

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

DƯƠNG THỊ MINH HOÀNG

**PHÁT TRIỂN CHO SINH VIÊN
NĂNG LỰC DẠY HỌC STEM
CÁC CHỦ ĐỀ SINH HỌC Ở CẤP TIỂU HỌC**

Chuyên ngành: Lí luận và Phương pháp dạy học bộ môn Sinh học

Mã số: 9140111

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC GIÁO DỤC

HUẾ- 2026

**Công trình được hoàn thành tại
Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế**

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS. TS. Phan Đức Duy**
- 2. TS. Nguyễn Thị Diệu Phương**

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Đại học Huế,
họp tại Cơ quan Đại học Huế
Vào hồi..... ngày..... tháng năm 2026

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện quốc gia
- Trung tâm học liệu Đại học Huế
- Trung tâm thông tin thư viện trường Đại học Sư phạm, ĐH Huế

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

(1). Xuất phát từ yêu cầu phát triển phẩm chất và năng lực người học trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018

Trong bối cảnh đổi mới căn bản, toàn diện giáo dục và đào tạo, Chương trình giáo dục phổ thông (CT GDPT) 2018 xác định phát triển phẩm chất (PC) và năng lực (NL) người học là mục tiêu cốt lõi. Theo định hướng đó, GD STEM được xem là một hướng tiếp cận quan trọng nhằm tổ chức cho người học huy động và tích hợp kiến thức, kỹ năng từ các lĩnh vực khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học để giải quyết các vấn đề gắn với thực tiễn, qua đó góp phần phát triển tư duy khoa học, tư duy thiết kế kỹ thuật và NL giải quyết vấn đề. Các văn bản chỉ đạo của Bộ Giáo dục và Đào tạo trong những năm gần đây đã thể hiện rõ yêu cầu triển khai GD STEM trong nhà trường phổ thông, đặc biệt ở cấp tiểu học, đặt ra yêu cầu mới đối với năng lực dạy học (NLDH) STEM của giáo viên (GV).

(2). Xuất phát từ vai trò của các CĐ Sinh học trong phát triển NL khoa học cho HS tiểu học

Trong CT GD tiểu học, các mạch nội dung Sinh học được triển khai xuyên suốt từ lớp 1 đến lớp 5 thông qua các môn Tự nhiên và Xã hội (TN&XH), Khoa học. Đây là mảng nội dung có nhiều điều kiện thuận lợi để tổ chức các hoạt động quan sát, thực hành, thí nghiệm và trải nghiệm – những đặc trưng cốt lõi của dạy học (DH) theo định hướng GD STEM. Khi được tổ chức phù hợp, các chủ đề (CĐ) Sinh học cho phép tích hợp tự nhiên các thành tố khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học, góp phần phát triển NL khoa học cho học sinh (HS) tiểu học. Tuy nhiên, việc tổ chức DH STEM đối với các CĐ này đòi hỏi GV phải có NL phân tích nội dung, thiết kế hoạt động học tập tích hợp và tổ chức quá trình DH theo định hướng phát triển NL.

(3) Xuất phát từ thực trạng đào tạo sinh viên (SV) ngành GD Tiểu học liên quan đến NLDH STEM

Từ góc độ đào tạo GV, trong các CT đào tạo hiện hành dành cho sinh viên (SV) ngành GD Tiểu học, nội dung GD STEM chủ yếu được lồng ghép hoặc triển khai phân tán, chưa hình thành một cấu trúc và quy

trình phát triển NLDH STEM rõ ràng, đặc biệt đối với các CĐ Sinh học. Trong khi đó, các nghiên cứu hiện nay còn thiếu những công trình đi sâu vào phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD tiểu học từ góc độ lý luận và PPDH bộ môn.

Xuất phát từ những yêu cầu trên, đề tài “*Phát triển cho sinh viên năng lực dạy học STEM các chủ đề Sinh học ở cấp tiểu học*” được lựa chọn nhằm xác định cấu trúc NLDH STEM, đề xuất quy trình và các biện pháp phát triển NL này cho SV ngành GD Tiểu học, góp phần đáp ứng yêu cầu đổi mới GD phổ thông và đào tạo GV trong bối cảnh hiện nay.

2. Mục đích nghiên cứu

Xây dựng khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học. Từ đó, đề xuất quy trình DH và các biện pháp phát triển cho SV NLDH STEM thông qua các CĐ có nội dung sinh học trong môn TN & XH và môn Khoa học ở cấp tiểu học.

3. Giả thuyết khoa học

Nếu xây dựng được khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học; đề xuất được quy trình và các biện pháp phát triển NLDH STEM thông qua các CĐ sinh học ở cấp tiểu học; đồng thời vận dụng chúng một cách hợp lý trong DH các học phần thuộc nhóm học phần Lý luận và PPDH TN & XH thì sẽ góp phần phát triển được NLDH STEM cho SV.

4. Đối tượng và khách thể nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu:

- Khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học
- Quy trình DH phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học.
- Các biện pháp phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học thông qua các CĐ có nội dung sinh học ở cấp tiểu học.

Khách thể nghiên cứu: khách thể nghiên cứu của đề tài là quá trình đào tạo SV ngành GD Tiểu học theo định hướng phát triển NLDH STEM tại các cơ sở đào tạo GV.

5. Nhiệm vụ nghiên cứu

- Nghiên cứu cơ sở lý luận về: NL, NLDH và NLDH STEM; GD STEM, GD STEM ở phổ thông; đặc điểm DH các môn học có nội dung

sinh học ở cấp tiểu học. Trên cơ sở đó, xây dựng cơ sở lý luận về NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học.

- Điều tra, phân tích thực trạng việc phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học trong quá trình đào tạo.

- Xây dựng khái niệm và khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học trong DH các chủ đề có nội dung sinh học ở cấp tiểu học.

- Đề xuất quy trình DH và các biện pháp phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học trong DH một số học phần thuộc nhóm học phần Lý luận & PPDH TN & XH.

- Xây dựng tài liệu tự học và thiết kế mô - đun DH nhằm hỗ trợ phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học.

- Tiến hành TNSP để kiểm chứng giả thuyết khoa học và ĐG tính khả thi, hiệu quả của quy trình DH và các biện pháp đã đề xuất.

6. Phương pháp nghiên cứu

Luận án sử dụng 05 phương pháp nghiên cứu như sau:

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết
- Phương pháp nghiên cứu thực tiễn
- Phương pháp tham vấn chuyên gia
- Phương pháp thực nghiệm sư phạm
- Phương pháp thống kê toán học

7. Phạm vi nghiên cứu

Trong khuôn khổ của luận án, nghiên cứu tập trung vào việc phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học thông qua các CĐ có nội dung sinh học ở cấp tiểu học, được triển khai trong DH các học phần thuộc nhóm Lý luận và PPDH TN & XH, gồm: PPDH TN & XH; Tổ chức hoạt động tìm hiểu CĐ thực vật và động vật ở tiểu học.

Điều tra khảo sát thực trạng được tiến hành tại 07 cơ sở đào tạo GV tiểu học, gồm: ĐHSP Hà Nội 2, ĐHSP, ĐH Huế, ĐHSP – ĐH Đà Nẵng, ĐHSP TP. Hồ Chí Minh, ĐH Sài Gòn, ĐH Phú Yên, ĐH Cần Thơ và các trường tiểu học thuộc 15 tỉnh thành trong khu vực miền Trung, Việt Nam (theo cách phân chia hành chính cũ).

TNSP được triển khai đối với SV năm thứ ba và năm thứ tư ngành GD Tiểu học tại 03 cơ sở đào tạo GV, gồm: ĐHSP - ĐH Huế, ĐH Sài Gòn và Trường Sư phạm - ĐH Cần Thơ.

8. Những đóng góp mới của đề tài

- Hệ thống hóa và làm rõ cơ sở lý luận về NL, NLDH và NLDH STEM; GD STEM ở phổ thông; DH các môn TN & XH và môn Khoa học ở cấp tiểu học, qua đó xây dựng cơ sở lý luận về phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học thông qua các chủ đề có nội dung sinh học.

- Phân tích và làm rõ thực trạng phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học thông qua các CĐ có nội dung sinh học ở cấp tiểu học tại một số cơ sở đào tạo GV.

- Xây dựng được khái niệm và khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học trong DH các CĐ có nội dung sinh học ở cấp tiểu học, làm cơ sở cho việc tổ chức DH và ĐG NLDH STEM của SV.

- Xây dựng được hệ thống tiêu chí, chỉ báo và công cụ ĐG NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học trong DH các CĐ có nội dung sinh học ở cấp tiểu học.

- Xây dựng được quy trình DH và đề xuất được 03 biện pháp phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học thông qua DH các học phần thuộc nhóm Lý luận và PPDH TN & XH, gồm: (1) vận dụng mô hình DH dựa trên tình huống; (2) vận dụng mô hình học tập trải nghiệm; (3) vận dụng DH ứng dụng công nghệ.

- Thiết kế được mô - đun DH và hệ thống học liệu hỗ trợ phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học trong quá trình đào tạo.

- Kiểm chứng được tính khả thi và hiệu quả của quy trình DH và các biện pháp đã đề xuất thông qua TNSP.

9. Cấu trúc của luận án

Ngoài các phần mở đầu, kết luận và kiến nghị, danh mục tài liệu tham khảo và phụ lục, nội dung chính của luận án gồm 3 chương:

Chương 1: Cơ sở lý luận và thực tiễn của việc phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học

Chương 2: Quy trình và biện pháp phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học

Chương 3: Thực nghiệm sư phạm

PHẦN NỘI DUNG

CHƯƠNG 1. CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN CỦA VIỆC PHÁT TRIỂN CHO SINH VIÊN NĂNG LỰC DẠY HỌC STEM CÁC CHỦ ĐỀ SINH HỌC Ở CẤP TIỂU HỌC

1.1. Tổng quan vấn đề nghiên cứu

1.1.1. Lược sử nghiên cứu về GD STEM

Trên thế giới, GD STEM hình thành từ nhu cầu nâng cao NL khoa học và toán học, sau đó phát triển thành mô hình GD tích hợp đa lĩnh vực, giữ vai trò quan trọng trong phát triển tư duy sáng tạo và NL giải quyết vấn đề của người học. Ở Việt Nam, GD STEM được triển khai từ các hoạt động thử nghiệm ban đầu đến giai đoạn được chỉ đạo và từng bước thể chế hóa trong CT GDPT 2018. Các nghiên cứu trong và ngoài nước đều khẳng định vai trò của GD STEM trong đổi mới GD theo định hướng phát triển NL, song việc nghiên cứu sâu về tổ chức DH STEM phù hợp với bối cảnh GD tiểu học và đào tạo GV vẫn cần được tiếp tục quan tâm.

1.1.2. Lược sử nghiên cứu về năng lực dạy học

Các nghiên cứu trong và ngoài nước về NLDH đều thống nhất tiếp cận NLDH như một cấu trúc đa thành tố, chịu sự chi phối của tri thức chuyên môn, NL sư phạm theo nội dung, thái độ nghề nghiệp và bối cảnh thực hành. Trên cơ sở đó, nhiều khung NL và mô hình phát triển NLDH đã được xây dựng và vận dụng trong đào tạo, bồi dưỡng GV, trong đó xuất hiện các hướng tiếp cận chuyên biệt nhằm đáp ứng yêu cầu đổi mới GD, bao gồm dạy học theo định hướng GD STEM. Những kết quả nghiên cứu này tạo nền tảng lý luận quan trọng cho việc tiếp tục nghiên cứu, xây dựng và phát triển các khung NLDH STEM trong đào tạo GV hiện nay.

1.1.3. Lược sử nghiên cứu về năng lực dạy học STEM

Các nghiên cứu trong và ngoài nước về NLDH STEM cho thấy sự thống nhất trong việc tiếp cận NLDH như một cấu trúc tích hợp giữa kiến thức chuyên môn, kỹ năng sư phạm và thái độ nghề nghiệp của GV. Trên cơ sở đó, nhiều khung NL và mô hình phát triển NLDH STEM đã được đề xuất, song phần lớn tập trung vào GV trung học hoặc SV các ngành sư phạm bộ môn, đồng thời còn thiên về mô tả hoặc tiếp cận

từng khía cạnh riêng lẻ của DH STEM. Hiện nay, vẫn thiếu vắng một khung NLDH STEM toàn diện, phù hợp với đặc thù đào tạo SV ngành GD Tiểu học. Khoảng trống này đặt ra yêu cầu tiếp tục nghiên cứu nhằm bổ sung và hoàn thiện cơ sở lý luận về NLDH STEM trong bối cảnh đào tạo GV tiểu học hiện nay.

1.2. Cơ sở lý luận của vấn đề nghiên cứu

1.2.1. Năng lực dạy học STEM

1.2.1.1. Năng lực

Để phản ánh chính xác hơn với thực tiễn GD Việt Nam, chúng tôi sử dụng khái niệm NL theo CT GDPT tổng thể 2018. Theo đó, NL là thuộc tính cá nhân được hình thành, phát triển nhờ tố chất sẵn có và quá trình học tập, rèn luyện, cho phép con người huy động tổng hợp các kiến thức, kỹ năng và các thuộc tính cá nhân khác như hứng thú, niềm tin, ý chí... thực hiện thành công một loại hoạt động nhất định, đạt kết quả mong muốn trong những điều kiện cụ thể.

1.2.1.2. Năng lực dạy học

Trên cơ sở tiếp cận chuẩn nghề nghiệp và đặc thù cấp học, trong luận án này, *NLDH của SV ngành GD Tiểu học được hiểu là khả năng của SV trong việc huy động và vận dụng tổng hợp kiến thức chuyên môn, kiến thức sư phạm, kỹ năng tổ chức DH và thái độ nghề nghiệp để thiết kế, tổ chức, thực hiện và ĐG hoạt động DH ở cấp tiểu học theo định hướng phát triển PC và NL, phù hợp với đặc điểm HS và bối cảnh GD, đáp ứng yêu cầu CT GDPT.* Quan niệm này là cơ sở lý luận để xác định và phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học trong các nội dung tiếp theo của luận án.

1.2.1.3. Năng lực dạy học STEM và yêu cầu đối với SV ngành GD Tiểu học

Trên cơ sở kế thừa các quan niệm về DH STEM, NLDH, NLDH STEM và các nghiên cứu liên quan, đồng thời sử dụng phương pháp chuyên gia để xin ý kiến ĐG, thẩm định về nội hàm của NLDH STEM trong đào tạo SV ngành GD Tiểu học, chúng tôi đề xuất khái niệm như sau: *NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học là khả năng huy động và vận dụng tích hợp kiến thức chuyên môn, kiến thức sư phạm và kiến thức về GD STEM để thiết kế KHDH, tổ chức hoạt động DH và ĐG*

trong quá trình triển khai các CĐ/ BH STEM phù hợp với đặc điểm của HS tiểu học và định hướng phát triển PC, NL trong CT GDPT.

(Trong đó GD STEM được xem là cách tiếp cận GD tích hợp liên môn giữa khoa học, công nghệ, kĩ thuật và toán học, được tổ chức thông qua các tình huống, vấn đề thực tiễn phù hợp với lứa tuổi tiểu học, nhằm phát triển ở HS NL giải quyết vấn đề, tư duy khoa học - kĩ thuật, khả năng vận dụng kiến thức vào thực tiễn, cùng với các PC và NL cốt lõi theo yêu cầu của CT GDPT.)

Từ khái niệm NLDH STEM, luận án tiếp cận khái niệm phát triển NLDH STEM làm cơ sở nghiên cứu. Theo đó, *phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học là quá trình hình thành, hoàn thiện và nâng cao khả năng thiết kế KHDH, tổ chức hoạt động DH và ĐG trong quá trình triển khai các CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học trên cơ sở vận dụng tổng hợp kiến thức chuyên môn, kiến thức sư phạm, hiểu biết về GD STEM và trải nghiệm thực hành nghề nghiệp.*

1.2.2. Một số mô hình dạy học phát triển năng lực dạy học STEM

- Dạy học dựa trên vấn đề và dạy học dựa trên tình huống trong phát triển NLDH STEM

- Dạy học theo mô hình học tập trải nghiệm

- Dạy học ứng dụng công nghệ

1.2.3. Sự phù hợp của các CĐ sinh học trong phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học

Trên cơ sở tổng quan các mô hình DH phát triển NLDH STEM, có thể thấy hiệu quả phát triển NL này cho SV phụ thuộc không chỉ vào mô hình và quy trình tổ chức DH mà còn vào bối cảnh nội dung được lựa chọn. Trong GD STEM ở tiểu học, các CĐ Sinh học có lợi thế nổi bật do gắn với sinh giới và môi trường sống gần gũi, phù hợp với đặc điểm nhận thức của HS và định hướng phát triển NL của CT GDPT 2018. Các mạch nội dung Sinh học chiếm tỉ trọng lớn trong môn TN&XH, Khoa học, đồng thời có tiềm năng tích hợp liên môn, thuận lợi cho việc tổ chức các hoạt động trải nghiệm, thực hành và giải quyết vấn đề theo định hướng STEM. Vì vậy, việc lựa chọn các CĐ Sinh học ở tiểu học làm bối cảnh phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học có cơ sở khoa học, sư phạm và đào tạo GV vững chắc.

1.2.4. Cơ sở pháp lý của việc phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học

Hệ thống chủ trương, chính sách và văn bản pháp lý của Đảng, Nhà nước và Bộ GD&ĐT đã hình thành nền tảng pháp lý vững chắc cho việc phát triển NLDH STEM trong đào tạo GV tiểu học. Các nghị quyết, chỉ thị về đổi mới GD và chuyển đổi số khẳng định yêu cầu DH theo định hướng phát triển PC, NL, tích hợp liên môn và gắn với thực tiễn. Chuẩn nghề nghiệp GV và CT GDPT 2018 cụ thể hóa những yêu cầu này thành các chuẩn mực và mục tiêu chuyên môn mà GV tiểu học cần đạt. Các văn bản hướng dẫn triển khai GD STEM ở tiểu học đã chuyển định hướng chính sách thành yêu cầu thực tiễn trong nhà trường. Do đó, phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học là yêu cầu khách quan, cấp thiết và phù hợp với định hướng đổi mới GD hiện nay.

1.3. Cơ sở thực tiễn của vấn đề nghiên cứu

- Về CT đào tạo: CT đào tạo ngành GD Tiểu học đã tạo lập những điều kiện nền tảng cho việc phát triển NLDH STEM của SV thông qua nhiều nhóm học phần, trong đó các học phần PPDH TN&XH giữ vai trò trung tâm. Tuy nhiên, các phân tích CT mới chỉ phản ánh tiềm năng tích hợp, chưa làm rõ mức độ hình thành NLDH STEM của SV trên thực tế.

- Về GV tiểu học: Kết quả nghiên cứu cho thấy mức độ sẵn sàng thực hiện GD STEM có tương quan mạnh với hiểu biết về GD STEM và kỹ năng thực hành DH STEM. Do đó, CT đào tạo GV cần tập trung phát triển đồng bộ NL nhận thức, thiết kế KHDH, tổ chức DH, ĐG và NL tự chủ nghề nghiệp của SV.

- Về SV ngành GD Tiểu học: Kết quả khảo sát cho thấy NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học mới hình thành ở mức độ ban đầu. NL nhận thức chung về GD STEM còn mang tính khái quát, thiếu hệ thống; NL thiết kế và tổ chức DH CĐ/BH STEM còn hạn chế do ít cơ hội thực hành độc lập và trải nghiệm sư phạm thực tế. Đặc biệt, NL ĐG trong DH STEM là thành tố yếu nhất, thể hiện qua khó khăn trong thiết kế công cụ, sử dụng kết quả ĐG và tự ĐG KHDH. Những kết quả này cho thấy còn tồn tại khoảng cách đáng kể giữa NLDH STEM hiện có của SV và yêu cầu triển khai GD STEM trong thực tiễn DH tiểu học.

- Về GgV đang giảng dạy ngành GD Tiểu học: Kết quả khảo sát cho thấy GgV nhận thức rõ về tầm quan trọng của việc phát triển NLDH STEM cho SV và đã triển khai các hình thức DH hỗ trợ phù hợp. Tuy nhiên, mức độ phát triển NLDH STEM giữa các cơ sở đào tạo còn thiếu đồng bộ, trong khi SV vẫn gặp nhiều khó khăn về tài liệu cũng như trong thiết kế, tổ chức và ĐG DH STEM. Do đó, việc xây dựng khung NLDH STEM cùng quy trình và các biện pháp hỗ trợ phù hợp là yêu cầu cấp thiết.

Kết quả khảo sát thực trạng từ các đối tượng liên quan, bao gồm CT đào tạo, GV tiểu học, SV ngành GD Tiểu học và GgV sư phạm, đã phản ánh được thực trạng phát triển NLDH STEM cho SV hiện nay. Các kết quả cho thấy mặc dù đã có những điều kiện và tiền đề nhất định cho việc hình thành NLDH STEM trong đào tạo GV tiểu học, song quá trình này còn thiếu một khung định hướng và lộ trình thống nhất, dẫn đến sự khác biệt về cơ hội và mức độ rèn luyện NL của SV. Đây chính là biểu hiện của khoảng trống cần được tiếp cận và giải quyết một cách có hệ thống trong đào tạo ban đầu.

Từ những cơ sở lý luận và thực tiễn đã được xác lập, có thể khẳng định rằng việc xây dựng khung NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học, gắn với các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học, cùng với việc đề xuất quy trình và các biện pháp phát triển NL này trong CT đào tạo là yêu cầu tất yếu và có cơ sở khoa học. Đây cũng chính là nội dung trọng tâm được luận án tiếp tục triển khai và cụ thể hóa trong Chương 2 và Chương 3.

CHƯƠNG 2. QUY TRÌNH DẠY HỌC VÀ BIỆN PHÁP PHÁT TRIỂN CHO SINH VIÊN NĂNG LỰC DẠY HỌC STEM CÁC CHỦ ĐỀ SINH HỌC Ở CẤP TIỂU HỌC

2.1. Xây dựng khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học

Việc xây dựng khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học được thực hiện theo 06 nguyên tắc sau:

- Đảm bảo mục tiêu đào tạo và chuẩn đầu ra của CT đào tạo
- Đảm bảo tính định hướng NLDH STEM theo tiếp cận tích hợp
- Đảm bảo phù hợp với đối tượng và giai đoạn hình thành NL của SV ngành GD Tiểu học
- Đảm bảo tính hệ thống và logic nội tại của khung NL
- Đảm bảo tính gắn kết giữa cơ sở lý luận và cơ sở thực tiễn
- Đảm bảo tính đo lường và khả năng kiểm chứng

Trên cơ sở các nguyên tắc đã xác lập, việc xây dựng khung NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học được triển khai theo một quy trình gồm 06 bước, có hệ thống, nhằm bảo đảm sự nhất quán giữa cơ sở lý luận, yêu cầu thực tiễn và khả năng vận dụng trong đào tạo và nghiên cứu. Cụ thể: (1). Phân tích yêu cầu về NLDH STEM trong CT đào tạo GV tiểu học; (2). Tham khảo và phân tích các khung NLDH STEM trong và ngoài nước; (3). Xây dựng khung NLDH STEM sơ bộ; (4). Tham vấn chuyên gia và khảo sát thực tiễn để hiệu chỉnh khung NL; (5). Chuẩn hóa các biểu hiện, chỉ báo và mức độ đánh giá NL; (6). Thử nghiệm và hoàn thiện khung NLDH STEM.

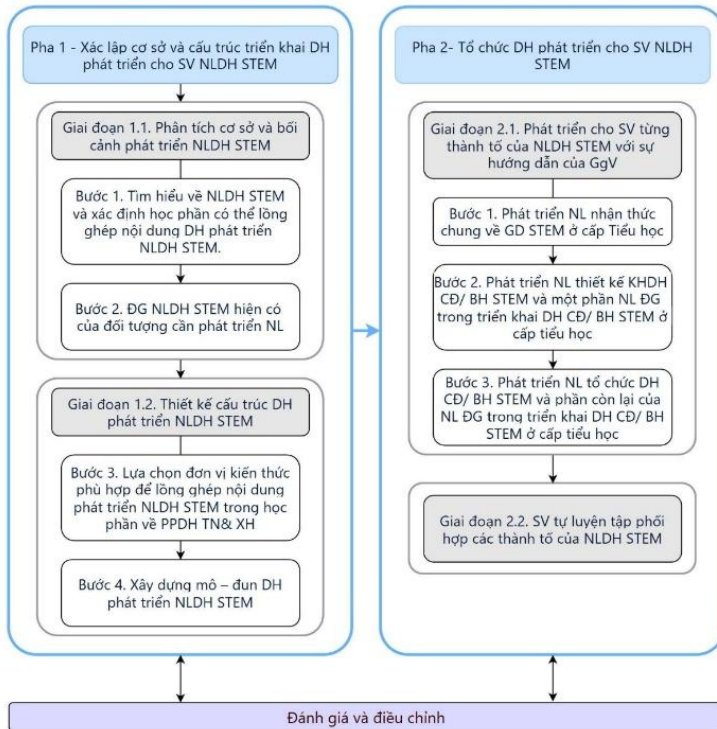
Trên cơ sở nghiên cứu về GD STEM, NLDH và các khung NLDH STEM, đồng thời căn cứ vào cơ sở pháp lý đã xác lập, chúng tôi đề xuất khung NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học gồm 04 NL thành phần: (A) NL nhận thức chung về GD STEM; (B) NL thiết kế KHDH CĐ/BH STEM; (C) NL tổ chức DH CĐ/BH STEM; và (D) NL ĐG trong DH CĐ/BH STEM ở cấp tiểu học.

Các tiêu chí của từng thành phần NL được mô tả theo 04 mức độ biểu hiện: Đối với nhóm NL nhận thức (A), nghiên cứu kế thừa định hướng phân bậc nhận thức trong mô hình Bloom. Đối với nhóm NL có tính chất vận dụng và thao tác nghề nghiệp (B, C, D) chúng tôi vận dụng mô hình phát triển KN của Dreyfus.

Bảng 2.1. Khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học

Năng lực thành phần (4)	Các tiêu chí (16)
A. NL nhận thức chung về GD STEM ở cấp tiểu học	A1. Nhận thức cơ sở lý luận và định hướng GD STEM trong CT GDPT cấp tiểu học
	A2. Nhận thức về các PPDH, KTDH tích cực trong DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học
	A3. Nhận thức về ĐG trong DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học
	A4. Nhận thức về nguyên tắc, quy trình xây dựng và thiết kế KHDH CĐ/ BH STEM trong CT GDPT cấp Tiểu học.
B. NL thiết kế KHDH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học.	B1. Xác định vấn đề thực tiễn và bối cảnh học tập có tiềm năng tích hợp GD STEM
	B2. Xác định mục tiêu của CĐ/ BH STEM theo định hướng phát triển phẩm chất và NL HS, gắn với các thành tố S, T, E, M
	B3. Xác định nội dung và chuỗi hoạt động DH CĐ/ BH STEM theo tiến trình sư phạm
	B4. Xây dựng khung KHDH CĐ/ BH STEM
	B5. Thiết kế chuỗi hoạt động học tập cụ thể và sản phẩm học tập dự kiến.
C. NL tổ chức DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học	C1. Xác lập và quản lý bối cảnh học tập STEM
	C2. Điều phối tiến trình học tập khám phá - thiết kế - chế tạo
	C3. Tổ chức hoạt động hợp tác, giao tiếp và phản biện khoa học
	C4. Hỗ trợ HS tư duy sáng tạo và ra quyết định
D. NL ĐG trong triển khai DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học	D1. Thiết kế các công cụ ĐG HS trong DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học
	D2. Sử dụng các công cụ ĐG HS qua DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học, xử lý số liệu thu được và phản hồi
	D3. Tự ĐG, điều chỉnh KHDH và quá trình tổ chức DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học.

2.2. Xây dựng quy trình DH phát triển cho SV NLDH STEM các CD sinh học ở cấp tiểu học



Hình 2.1. Quy trình DH phát triển cho SV NLDH STEM

Việc xây dựng quy trình DH phát triển cho SV NLDH STEM các CD Sinh học ở cấp tiểu học được thực hiện theo 05 nguyên tắc sau:

- Đảm bảo tính định hướng theo CT đào tạo và khung NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học
- Đảm bảo tính phù hợp với đặc điểm và mức độ phát triển NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học
- Đảm bảo phát triển tính chủ động và NL tự điều chỉnh của SV
- Đảm bảo theo dõi và ĐG tiến trình phát triển NLDH STEM của SV
- Đảm bảo tính hợp lý và linh hoạt trong tổ chức hoạt động DH phát triển NLDH STEM

Với các nguyên tắc trên, quy trình DH phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học được đề xuất với 2 pha: Pha 1 - Xác lập cơ sở và cấu trúc triển khai DH phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học; Pha 2- Tổ chức DH phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học.

2.3. Biện pháp phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học

2.3.1. Biện pháp 1 – Vận dụng DH dựa trên tình huống

Biện pháp vận dụng mô hình DH DTTT được triển khai theo hướng tinh gọn, tập trung tổ chức cho SV phân tích, phán đoán và ĐG các tình huống sự phạm điển hình trong DH STEM ở cấp tiểu học, qua đó hình thành và củng cố NL nhận thức chung về GD STEM (A1–A4), làm nền tảng cho việc phát triển các NLDH STEM ở mức độ thiết kế, tổ chức và ĐG trong các giai đoạn tiếp theo. Việc triển khai biện pháp được hỗ trợ bởi hệ thống bài tập tình huống, mô – đun DH và tài liệu tự học tương ứng, trình bày tại mục 2.4 của luận án.

2.3.2. Biện pháp 2 – Vận dụng mô hình học tập trải nghiệm

Mô hình HTTN nhấn mạnh việc SV học thông qua hành động và trải nghiệm thực tiễn để hình thành tri thức và NLDH; tuy nhiên, trong bối cảnh đào tạo GV gắn với môi trường số và yêu cầu cao về NL công nghệ, việc kết hợp mô hình này với biện pháp DH ứng dụng công nghệ là cần thiết, nhằm mở rộng không gian và chiều sâu trải nghiệm mà không làm thay đổi bản chất của HTTN, đồng thời hỗ trợ tư duy và sáng tạo của SV.

2.3.3. Biện pháp 3 – Vận dụng DH ứng dụng công nghệ

Biện pháp DH ứng dụng công nghệ được triển khai nhằm hỗ trợ và tăng cường hiệu quả các hoạt động học tập, qua đó phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học; việc sử dụng công nghệ (trong đó có AI) được định hướng gắn với mục tiêu DH, yêu cầu sự phạm và bối cảnh thực tiễn, tạo nền tảng để SV vận dụng công nghệ phù hợp và có trách nhiệm trong thiết kế, tổ chức và ĐG trong triển khai DH STEM.

2.4. Quy trình, công cụ đánh giá NLDH STEM các chủ đề Sinh học của SV ngành GD Tiểu học

Quy trình ĐG NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học bao gồm 06 bước: (1). Xác định mục đích ĐG; (2). Xác định các tiêu chí ĐG; (3). Xây dựng bộ công cụ ĐG; (4). Sử dụng bộ công cụ ĐG để đo lường, thu thập thông tin, số liệu cho quá trình ĐG; (5). Xử lý, phân tích các thông tin, số liệu; (6). Rút ra kết luận

Trong nghiên cứu này, NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học được ĐG theo cách tiếp cận quá trình, dựa trên cấu trúc đa thành phần với 04 nhóm NL và 16 tiêu chí, thông qua hệ thống công cụ ĐG đa nguồn, đa hình thức nhằm phản ánh toàn diện mức độ hình thành và phát triển NL của SV. Sau đây là 3 công cụ ĐG mà luận án đã xây dựng:

- 03 Phiếu ĐG: phiếu GgV ĐG KHDH CĐ/BH STEM, phiếu GgV ĐG hoạt động tổ chức DH CĐ/BH STEM, phiếu SV tự ĐG NLDH STEM

- 02 Bảng kiểm: bảng kiểm của SV ĐG KHDH CĐ/BH STEM, bảng kiểm của SV ĐG hoạt động tổ chức DH CĐ/ BH STEM.

- 03 Các bài kiểm tra: bài kiểm tra NLDH STEM (đầu vào và đầu ra), bài kiểm tra nhận thức chung về GD STEM

Bộ công cụ ĐG đã thiết kế được đưa vào sử dụng vào từng giai đoạn cụ thể của quá trình DH phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học theo từng mục đích ĐG khác nhau.

2.5. Các phương tiện hỗ trợ quá trình dạy học phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học

2.5.1. Tài liệu tự học

Cấu trúc tài liệu được tổ chức theo 03 mô - đun học tập: (1) Một số vấn đề khái quát về GD STEM; (2) Thiết kế KHDH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học; (3) Bài tập rèn luyện năng lực dạy học STEM. Trong đó kết hợp giữa nội dung lý thuyết cốt lõi về GD STEM, hướng dẫn thực hành và hệ thống nhiệm vụ học tập gắn với các tình huống DH cụ thể. Các nhiệm vụ học tập được thiết kế theo mức độ tăng dần, tạo điều kiện cho SV phát triển đồng bộ 04 thành phần NL trong NLDH STEM.

2.5.2. Hệ thống bài tập

Bảng 2.2. Giới thiệu hệ thống bài tập phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học

STT	Tên bài tập	Nhóm
1	Bài tập 1 - Phát triển NL A1	Bài tập nhóm A - phát triển NL nhận thức chung về GD STEM ở cấp tiểu học
2	Bài tập 2 - Phát triển NL A2	
3	Bài tập 3 - Phát triển NL A3	
4	Bài tập 4 - Phát triển NL A4	
5	Bài tập 5 – Phát triển tổng hợp NL A	
6	Bài tập 6 - Phát triển NL B1: Xác định vấn đề thực tiễn và bối cảnh học tập có tiềm năng tích hợp GD STEM	Bài tập nhóm B - phát triển NL thiết kế KHDH CĐ/ BH STEM
7	Bài tập 7 - Phát triển NL B2: Xác định mục tiêu của CĐ/ BH STEM theo định hướng phát triển phẩm chất và NL HS, gắn với các thành tố S, T, E, M	
8	Bài tập 8 - Phát triển NL B3: Xác định nội dung và chuỗi hoạt động DH CĐ/ BH STEM theo tiến trình sự phạm	
9	Bài tập 9 - Phát triển NL B4: Xây dựng khung KHDH CĐ/ BH STEM	
10	Bài tập 10 - Phát triển NL B5: Thiết kế chuỗi hoạt động học tập cụ thể và sản phẩm học tập dự kiến.	
11	Bài tập 11. Hoạt động trải nghiệm - thực hành	Bài tập nhóm C - phát triển NL tổ chức DH CĐ/ BH STEM
12	Bài tập 12. Thiết kế bảng tiêu chí đánh giá sản phẩm	Bài tập nhóm D - phát triển NL ĐG trong triển khai DH CĐ/ BH STEM
13	Bài tập 13. Thiết kế bảng kiểm ĐG quy trình	

2.5.3. Mô – đun dạy học

Trên cơ sở định hướng phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học theo tiến trình từ nhận thức, thiết kế đến tổ chức thực hiện và ĐG, nội dung DH được cấu trúc thành 02 mô-đun DH có mối quan hệ kế thừa và bổ trợ lẫn nhau: (1). Mô - đun DH số 1: Phát triển cho SV NL nhận thức chung về GD STEM, NL thiết kế KHBD và công cụ ĐG trong CĐ/ BH STEM; (2). Mô - đun DH số 2: Phát triển cho SV NL tổ chức DH và NL ĐG trong triển khai CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học

CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM SƯ PHẠM

3.1. Mục đích và nhiệm vụ thực nghiệm sư phạm

Mục đích TNSP: TNSP được tiến hành nhằm xác định mức độ phát triển NLDH STEM các CĐ sinh học của SV ngành GD Tiểu học khi vận dụng quy trình và các biện pháp tổ chức DH, thông qua đó ĐG tính hiệu quả và khả thi của giả thuyết khoa học mà đề tài luận án đã đề xuất.

Nhiệm vụ TNSP: Để đạt được mục đích TNSP, nghiên cứu tập trung thực hiện các nhiệm vụ: (1) xác định nội dung và phương pháp TNSP phù hợp với mục tiêu phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học; (2) lựa chọn đối tượng, thời gian và bối cảnh TNSP bảo đảm tính đại diện và khả thi; (3) xây dựng và chuẩn bị các điều kiện TNSP, bao gồm các mô-đun DH, hệ thống PTDH, môi trường học tập trực tuyến và bộ công cụ ĐG NLDH STEM; (4) trao đổi, thống nhất với GgV về mục tiêu, nội dung mô – đun DH, quy trình DH và phương pháp ĐG; (5) tổ chức TNSP theo 02 giai đoạn thăm dò và chính thức nhằm điều chỉnh quy trình và thu thập dữ liệu kiểm chứng giả thuyết; (6) phân tích, xử lý kết quả TNSP để ĐG tính khả thi và hiệu quả của các biện pháp và quy trình đề xuất.

3.2. Nội dung thực nghiệm sư phạm

TNSP được tổ chức theo tiến trình gồm đo TTĐ, 03 giai đoạn tác động và đo STĐ nhằm ĐG sự phát triển NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học. Biện pháp 1 (DH dựa trên tình huống) kết hợp biện pháp 3 (DH ứng dụng công nghệ) được vận dụng ở giai đoạn đầu nhằm phát triển NL nhận thức chung về GD STEM. Biện pháp 2 (học tập trải nghiệm kết hợp thực hành) cùng biện pháp 3 được triển khai ở các giai đoạn tiếp theo để rèn luyện NL thiết kế, tổ chức DH và NL ĐG trong CĐ/BH STEM. Hoạt động ĐG được thực hiện liên tục trong và sau quá trình tác động thông qua hệ thống công cụ đa dạng, bao gồm bài kiểm tra, phiếu ĐG của GgV, bảng kiểm và phiếu SV tự ĐG. Kết quả TNSP được đối chiếu giữa trước và sau tác động nhằm làm rõ hiệu quả và tính khả thi của các biện pháp đề xuất.

3.3. Phương pháp và cách thức triển khai TNSP

Phương pháp TNSP: TNSP được triển khai theo phương pháp ĐG trước, trong và sau tác động nhằm xem xét sự phát triển NLDH STEM

của SV ngành GD Tiểu học và ĐG tính hiệu quả, khả thi của các biện pháp đề xuất. NLDH STEM của SV được ĐG tại nhiều thời điểm bằng hệ thống tiêu chí và công cụ phù hợp, kết hợp ĐG của GgV và tự ĐG của SV để bảo đảm tính khách quan. Kết quả ĐG được so sánh, phân tích bằng các phương pháp thống kê nhằm xác định mức độ tác động của các biện pháp. Bên cạnh đó, phản hồi của GgV và SV sau TNSP được thu thập để bổ sung cơ sở thực tiễn cho việc hoàn thiện quy trình phát triển NLDH STEM.

Địa bàn, đối tượng và thời gian TNSP: TNSP được tiến hành tại 03 Khoa GD Tiểu học của các trường ĐHSP – ĐH Huế, ĐH Sài Gòn và Sư phạm – ĐH Cần Thơ, với đối tượng là SV năm thứ 3 và năm thứ 4 hệ chính quy. TNSP thăm dò được thực hiện vào tháng 11/2023, TNSP ĐG được triển khai trong các giai đoạn từ tháng 10/2024 đến tháng 8/2025.

Quy trình triển khai TNSP: Quá trình TNSP được tổ chức theo 2 giai đoạn có mối liên hệ chặt chẽ: TN thăm dò và TN ĐG. Giai đoạn thăm dò nhằm kiểm tra tính phù hợp và khả thi của nội dung, hình thức tổ chức, tài liệu và công cụ ĐG khi triển khai 3 biện pháp phát triển NLDH STEM, qua đó điều chỉnh, hoàn thiện quy trình, biện pháp, học liệu, môi trường học tập và công cụ ĐG. Trên cơ sở đó, giai đoạn TN ĐG được triển khai tại 3 cơ sở đào tạo GV tiểu học nhằm xác định mức độ tác động của các biện pháp đối với sự phát triển NLDH STEM của SV. Hoạt động ĐG được thực hiện theo tiến trình trước, trong và sau tác động, kết hợp ĐG của GgV, tự ĐG của SV và thu thập dữ liệu định tính, làm căn cứ rút ra các kết luận khoa học về hiệu quả và tính khả thi của quy trình và các biện pháp đề xuất.

Thu thập và xử lý số liệu TNSP: Nghiên cứu sử dụng kết hợp số liệu định lượng và định tính để ĐG tác động của quy trình và các biện pháp phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học. Số liệu định lượng được thu thập theo thiết kế ĐG trước, trong và sau tác động, xử lý bằng các phương pháp thống kê mô tả và suy luận nhằm xác định mức độ phát triển và ảnh hưởng của các biện pháp. Số liệu định tính được thu thập thông qua phỏng vấn GgV và SV, phân tích theo hướng

nội dung để bổ sung, đối chiếu và làm rõ kết quả định lượng, qua đó ĐG toàn diện tính hiệu quả và khả thi của các biện pháp đề xuất.

3.4. Kết quả thực nghiệm sư phạm

Kết quả TNSP được phân tích theo các nhóm NL thành phần của cấu trúc NLDH STEM và các thời điểm đo (TTĐ, GTĐ, STĐ). Các biện pháp tác động được triển khai theo một hệ thống tích hợp trong quy trình DH thống nhất, do đó kết quả không được xem xét theo từng biện pháp riêng lẻ mà thông qua sự thay đổi của các nhóm NL và NLDH STEM tổng hợp theo tiến trình phát triển.

Bảng 3.1. Giá trị phép kiểm định T- ghép cặp các nhóm NL của NLDH STEM giữa các thời điểm tác động

Thành phần NL	TTĐ - GTĐ			GTĐ - STĐ			TTĐ - STĐ		
	Chênh lệch điểm	SD	p (T-test)	Chênh lệch điểm	SD	p (T-test)	Chênh lệch điểm	SD	p (T-test)
A	-1.267	0.359	.000	-0.365	0.235	.000	-1.632	0.407	.000
B	-1.048	0.321	.000	-0.446	0.217	.000	-1.494	0.367	.000
C	-0.805	0.280	.000	-0.568	0.281	.000	-1.373	0.368	.000
D	-0.621	0.344	.000	-0.687	0.380	.000	-1.308	0.448	.000

3.4.1. Kết quả đối với NL nhận thức chung về GD STEM (nhóm A)

NL nhận thức chung về GD STEM của SV tăng rõ rệt qua các giai đoạn, với mức cải thiện mạnh nhất ở giai đoạn TTĐ–GTĐ và duy trì xu hướng phát triển ở giai đoạn sau. Mức tăng tập trung chủ yếu ở các tiêu chí nhận thức gắn với PPDH, KTDH tích cực và hiểu biết về bản chất GD STEM, trong khi tiêu chí nhận thức về ĐG trong DH STEM phát triển chậm hơn. Minh chứng định tính cho thấy SV chuyển biến từ cách hiểu khái quát sang nhận thức gắn với thực hành DH, song các nội dung về ĐG vẫn còn hạn chế về chiều sâu.

3.4.2. Kết quả đối với NL thiết kế KHDH CĐ/ BH STEM (nhóm B)

NL thiết kế KHDH CĐ/BH STEM của SV có sự gia tăng nhất quán và có ý nghĩa thống kê qua các giai đoạn thực nghiệm. Sự phát triển thể hiện rõ ở các tiêu chí mang tính định hướng và cấu trúc tổng thể như xác định vấn đề thực tiễn và xây dựng khung KHDH, trong khi các tiêu chí đòi hỏi mức độ chuyên môn và kinh nghiệm cao hơn (xác định mục tiêu

theo NL, thiết kế hoạt động chi tiết) phát triển chậm hơn. Kết quả cho thấy NL thiết kế được hình thành theo tiến trình từ tổng thể đến chi tiết.

3.4.3. Kết quả đối với NL tổ chức DH CĐ/ BH STEM (nhóm C)

NL tổ chức DH CĐ/BH STEM có sự cải thiện rõ sau TNSP, đặc biệt ở các tiêu chí liên quan đến điều phối tiến trình học tập và tổ chức hoạt động hợp tác. Mặc dù mức tăng ban đầu chưa cao so với các nhóm NL khác, NL này được củng cố rõ hơn ở giai đoạn sau khi SV được tăng cường cơ hội thực hành. Dữ liệu định tính cho thấy NL tổ chức DH cần thời gian và trải nghiệm lặp lại trong các bối cảnh DH cụ thể để phát triển hiệu quả.

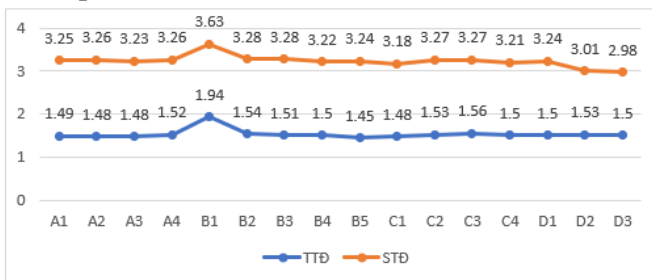
3.4.4. Kết quả đối với NL ĐG trong DH CĐ/ BH STEM (nhóm D)

NL ĐG trong DH STEM của SV có xu hướng tăng qua các giai đoạn, song là nhóm NL phát triển chậm nhất. Sự cải thiện rõ hơn ở giai đoạn STĐ, tuy nhiên các tiêu chí về sử dụng kết quả ĐG để điều chỉnh KHDH và tự ĐG vẫn còn hạn chế. Kết quả định tính cho thấy SV bước đầu biết thiết kế công cụ ĐG nhưng gặp khó khăn trong vận dụng kết quả ĐG vào cải tiến hoạt động DH, phản ánh đặc thù phức hợp của NL này.

3.4.5. Kết quả phát triển NLDH STEM tổng hợp của SV

Kết quả ĐG cho thấy NLDH STEM tổng thể của SV tăng rõ qua các giai đoạn TNSP. Sự phát triển diễn ra theo trật tự tương đối ổn định: từ NL nhận thức, đến thiết kế, tổ chức và cuối cùng là ĐG. Dữ liệu tự ĐG của SV cho thấy xu hướng biến đổi tương đồng với ĐG của GgV, qua đó bổ sung minh chứng về mức độ tự nhận thức nghề nghiệp và củng cố độ tin cậy của kết quả thực nghiệm.

3.4.6. Kết quả ĐG tài liệu tự học của SV



Hình 3.1. Kết quả tự ĐG của SV về các thành tố của NLDH STEM tại 2 thời điểm TTĐ và STĐ

SV ĐG cao mức độ hiệu quả và tính phù hợp của tài liệu tự học trong việc hỗ trợ tự định hướng, củng cố kiến thức và rèn luyện các nhóm NL thành phần của NLDH STEM. Kết quả định lượng và phản hồi định tính cho thấy tài liệu góp phần tích cực vào quá trình tự học và thực hành của SV, đồng thời cung cấp cơ sở để tiếp tục hoàn thiện học liệu.

3.4.7. Kết quả phản hồi của SV về hiệu quả ứng dụng công nghệ

SV nhìn chung ĐG cao hiệu quả của việc ứng dụng AI trong phát triển NLDH STEM, đặc biệt đối với NL nhận thức chung và NL thiết kế KHDH CĐ/BH STEM. Tuy nhiên, việc ứng dụng AI trong phát triển NL tổ chức DH và NL ĐG còn gặp khó khăn, đòi hỏi sự định hướng và hỗ trợ thêm từ GgV. Kết quả cho thấy AI có vai trò hỗ trợ hiệu quả khi được tích hợp có chủ đích trong thiết kế sư phạm, nhưng không thay thế các hoạt động thực hành và phản hồi trực tiếp.

3.5. Biện luận kết quả thực nghiệm sư phạm

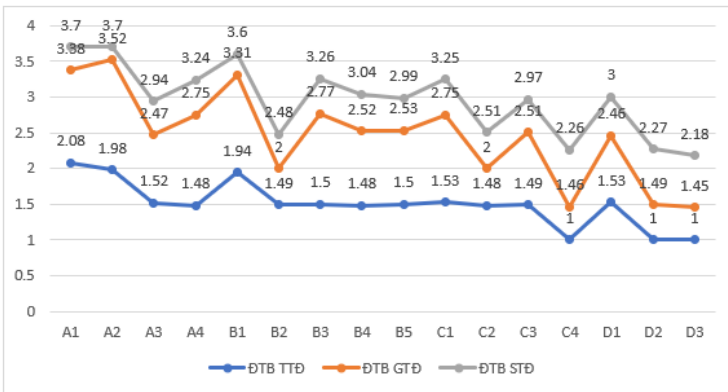
3.5.1. Biện luận về mức độ phát triển NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học

Kết quả TNSP cho thấy NLDH STEM của SV có xu hướng phát triển tích cực và ổn định trong suốt quá trình tác động, thể hiện nhất quán qua ĐG của GgV và tự ĐG của SV. Sự phát triển không diễn ra đồng đều giữa các nhóm NL: nhóm NL nhận thức chung và thiết kế KHDH (A, B) tăng sớm và rõ hơn so với các NL thực hành như tổ chức DH và ĐG (C, D), phản ánh đúng logic phát triển nội tại của NLDH STEM. Kết quả tự ĐG cho thấy SV nâng cao đáng kể NL tự nhận thức nghề nghiệp, trong khi sự tương đồng về xu hướng giữa ĐG của GgV và SV góp phần củng cố độ tin cậy của kết quả thực nghiệm.

3.5.2. Biện luận về tiến trình phát triển NL theo thời gian (TTĐ - GTĐ - STĐ)

Phân tích sự biến thiên điểm số qua các thời điểm TTĐ, GTĐ và STĐ cho thấy tất cả các nhóm NL đều có xu hướng tăng theo thời gian. Giai đoạn đầu ghi nhận sự phát triển rõ nét ở các NL nhận thức và thiết kế, trong khi các NL tổ chức và ĐG thể hiện mức tăng mạnh hơn ở giai đoạn sau, khi SV có nhiều cơ hội trải nghiệm và thực hành. Xu hướng này được ghi nhận tương đối nhất quán ở cả ba cơ sở đào tạo, cho thấy

hiệu quả ổn định và khả năng khái quát của mô hình phát triển NLDH STEM được đề xuất.



Hình 3.2. Kết quả ĐG của GgV về các thành tố của NLDH STEM của SV tại 3 thời điểm TTĐ, GTĐ và STĐ

3.5.3. *Biện luận về hiệu quả của quy trình tổ chức DH phát triển cho SV NLDH STEM*

Kết quả thực nghiệm khẳng định quy trình tổ chức DH gồm 2 giai đoạn (phát triển từng thành tố NL có hướng dẫn và SV tự luyện tập phối hợp các thành tố) có tính khả thi và hiệu quả trong đào tạo SV ngành GD Tiểu học. Quy trình này giúp SV chuyển hóa dần tri thức lý thuyết thành hành động sư phạm, đồng thời tạo điều kiện để GgV theo dõi, hỗ trợ và điều chỉnh kịp thời quá trình học tập của SV.

3.5.4. *Biện luận về vai trò của các biện pháp tác động sư phạm*

Kết quả TNSP cho thấy hiệu quả của hệ thống biện pháp phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD tiểu học. DH dựa trên tình huống phát triển tốt nhóm NL nhận thức chung về GD STEM; học tập trải nghiệm đóng vai trò quan trọng trong phát triển NL thiết kế, tổ chức và ĐG. Biện pháp DH ứng dụng công nghệ hỗ trợ tốt việc phát triển các NL nhận thức và thiết kế nhưng hạn chế với NL thực hành phức hợp. Phân tích chỉ số Cohen's d ($> 0,8$) cho thấy mức ảnh hưởng từ lớn đến rất lớn, khẳng định tính hiệu quả thực tiễn của biện pháp.

PHẦN KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Đôi chiếu kết quả đạt được với các nhiệm vụ của đề tài nghiên cứu, chúng tôi rút ra một số kết luận như sau:

1.1. Cơ sở lý luận và thực tiễn cho NLDH STEM: Nghiên cứu khẳng định tính tất yếu của việc phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD tiểu học, dựa trên tổng quan GD STEM trên thế giới và trong nước, cũng như khảo sát thực tiễn nhu cầu đào tạo GV. Việc phát triển đồng bộ 04 thành tố của NLDH STEM là cần thiết để chuẩn bị cho SV thực hiện vai trò GV tiểu học trong bối cảnh đổi mới GD và chuyển đổi số.

1.2. Dựa trên 06 nguyên tắc: đảm bảo mục tiêu ĐT & CĐR của CTĐT, tính định hướng NLDH STEM theo tiếp cận tích hợp, phù hợp với đối tượng và giai đoạn hình thành NL của SV ngành GD Tiểu học, tính hệ thống và logic nội tại của khung NL, tính gắn kết giữa cơ sở lý luận và cơ sở thực tiễn, tính đo lường và khả năng kiểm chứng, luận án đã xây dựng được khung NLDH STEM với 04 nhóm NL thành phần là: A. NL nhận thức chung về GD STEM ở cấp tiểu học; B. NL thiết kế KHDH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học; C. NL tổ chức DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học; D. NL ĐG trong triển khai DH CĐ/ BH STEM ở cấp tiểu học.

1.3. Từ cấu trúc NLDH STEM, luận án đã đề xuất được quy trình DH phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ sinh học ở cấp tiểu học với 02 pha: (1). Xác lập cơ sở và cấu trúc triển khai; (2). Tổ chức DH phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ sinh học ở cấp tiểu học. Pha 2 được lồng ghép vào học phần PPDH TN & XH để SV đồng thời rèn luyện và phát triển NLDH STEM qua các nhiệm vụ học tập. Quá trình gồm 02 giai đoạn: hình thành NL thành phần dưới hướng dẫn của GgV và tự luyện tập phối hợp các NL để phát triển toàn diện. Từ đó, luận án đề xuất 03 biện pháp sư phạm, bao gồm: (1) DH dựa trên tình huống, (2) Học tập trải nghiệm và (3) DH ứng dụng công nghệ để phát triển đồng bộ tất cả 04 nhóm NL thành tố của NLDH STEM.

1.4. Xây dựng bộ công cụ ĐG NLDH STEM của SV ngành GD Tiểu học gồm: 03 phiếu ĐG (Phiếu ĐG của GgV về KHDH CĐ/ BH STEM; Phiếu ĐG của GgV về hoạt động tổ chức DH CĐ/ BH STEM; Phiếu tự ĐG của SV về NLDH STEM), 02 bảng kiểm (Bảng kiểm của SV ĐG KHDH CĐ/ BH STEM và Bảng kiểm của SV ĐG hoạt động tổ chức DH CĐ/ BH STEM) và 03 bài kiểm tra (01 bài kiểm tra đầu vào NLDH

STEM, 01 bài kiểm tra đầu ra NLDH STEM và 01 bài kiểm tra nhận thức chung về GD STEM).

1.5. Xây dựng hệ thống các PTDH hỗ trợ tổ chức DH phát triển cho SV NLDH STEM các CĐ Sinh học ở cấp tiểu học, góp phần bảo đảm tính khả thi và hiệu quả của các biện pháp kể trên. Hệ thống PTDH gồm: 01 tài liệu tự học, hệ thống 14 bài tập và 02 các mô - đun DH.

1.6. Tiến hành TNSP: Chúng tôi đã tiến hành TNSP tại 03 cơ sở đào tạo GV tiểu học là: trường ĐHSPT - ĐH Huế, trường ĐH Sài Gòn, trường Sư phạm - ĐH Cần Thơ với 359 SV tại 06 lớp, kết quả cho thấy SV đạt mức phát triển tích cực về nhóm NL nhận thức chung về GD STEM và nhóm NL thiết kế KHDH CĐ/ BH STEM. Nhóm NL tổ chức DH và ĐG trong triển khai DH CĐ/ BH STEM cũng được cải thiện, nhưng vẫn cần hướng dẫn và thực hành thêm. Kết quả định lượng và định tính đều nhấn mạnh vai trò hỗ trợ của công nghệ trong việc cung cấp phản hồi, gợi ý ý tưởng và tăng cường khả năng tự học. Đồng thời, vai trò GgV vẫn là yếu tố quan trọng trong việc định hướng, kiểm chứng và áp dụng các kết quả hỗ trợ này vào bối cảnh lớp học cụ thể.

1.7. Tính ứng dụng và giá trị thực tiễn: luận án đã cung cấp một mô hình tổng thể, có thể áp dụng trực tiếp trong đào tạo SV ngành GD Tiểu học, góp phần trang bị NL nghề nghiệp để thực hiện các nhiệm vụ giảng dạy STEM. Sự kết hợp giữa biện pháp sư phạm, tài liệu hỗ trợ và hướng dẫn trực tiếp từ GgV đảm bảo tính khả thi, hiệu quả và phù hợp với xu hướng đào tạo GV hiện đại.

Tóm lại, luận án đã hoàn thành các nhiệm vụ nghiên cứu, xây dựng khung NLDH STEM, đề xuất biện pháp phát triển và kiểm chứng hiệu quả qua thực nghiệm, đồng thời chỉ ra những nguyên tắc, điều kiện và chiến lược sư phạm cần thiết để phát triển NL này SV ngành GD Tiểu học.

2. Kiến nghị

Dựa trên kết quả nghiên cứu, chúng tôi đề xuất các kiến nghị để nâng cao hiệu quả phát triển NLDH STEM và định hướng các nghiên cứu tiếp theo như sau:

2.1. Cần tiếp tục triển khai thực nghiệm các biện pháp phát triển NLDH STEM cho SV ngành GD Tiểu học với phạm vi và quy mô rộng hơn tại nhiều cơ sở đào tạo sư phạm khác nhau, nhằm kiểm chứng sâu hơn mức độ hiệu quả, tính ổn định của kết quả và nâng cao độ tin cậy của các kết luận nghiên cứu.

2.2. Cần tạo điều kiện để SV tham gia thực tập sư phạm và trực tiếp triển khai DH các CĐ/ BH STEM với đối tượng HS tiểu học, qua đó

tăng cường tính trải nghiệm thực tiễn thay vì chỉ thực hành trong các tình huống mô phỏng.

2.3. Khuyến khích các nghiên cứu dài hạn về sự phát triển bền vững của NLDH STEM và khả năng áp dụng sau khi SV ra trường, từ đó hoàn thiện khung NLDH STEM và nâng cao chất lượng đào tạo GV tiểu học.

2.4. Nghiên cứu để xây dựng tài liệu hướng dẫn chuyên sâu về sử dụng trí tuệ nhân tạo trong thực hành giảng dạy STEM ở bậc tiểu học.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN ĐÃ CÔNG BỐ

1. **Dương Thị Minh Hoàng**, Phan Đức Duy, Nguyễn Thị Diệu Phương. (2023). Rèn kỹ năng thiết kế thí nghiệm theo định hướng phát triển năng lực dạy học STEM cho sinh viên ngành Giáo dục Tiểu học. *Tạp chí Giáo dục*. Tập 23, Số 21
2. **Dương Thị Minh Hoàng**, Phan Đức Duy, Nguyễn Thị Diệu Phương. (2023, December 9). Factors affecting the readiness of primary school teachers in implementing STEM education in some Vietnam central provinces. *Proceedings of the International Conference on ILITE 3: Digital transformation in education: Perception, action and prospect* (Hanoi, Vietnam).
3. **Dương Thị Minh Hoàng**, Phan Đức Duy, Nguyễn Thị Diệu Phương. (2024). Tổng quan về giáo dục STEM và tính cấp thiết của việc xây dựng khung năng lực dạy học STEM cho sinh viên ngành Giáo dục Tiểu học. *Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Quốc gia về Khoa học Giáo dục*.
4. **Dương Thị Minh Hoàng**, Phan Đức Duy, Nguyễn Thị Diệu Phương. (2024). Thiết kế chủ đề STEM: Làm phim hoạt hình “Đời sống của côn trùng” trong dạy học Khoa học lớp 5 với sự hỗ trợ của phần mềm Stop Motion Studio. *Tạp chí Giáo dục*. Số Đặc biệt 10.
5. **Dương Thị Minh Hoàng**, Phan Đức Duy, Nguyễn Thị Diệu Phương. (2024, December 7). A culturo-technocontextual approach in STEAM topic design for primary students. *Proceedings of the 5th ICCE 2024: Intercultural education in the international integration context*.
6. **Dương Thị Minh Hoàng**, Phan Đức Duy, Nguyễn Thị Diệu Phương. (2025). Xây dựng khung năng lực dạy học STEM dành cho sinh viên ngành Giáo dục Tiểu học. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học Xã hội và Nhân văn*. Tập 134 – Số 6D.
7. **Dương Thị Minh Hoàng**, Đinh Thị Thu Hiền. (2025). Thiết kế bài học STEM theo hướng tiếp cận dạy học dự án ở chủ đề “Nấm” môn Khoa học lớp 4. *Kỷ yếu Hội thảo khoa học quốc gia “Thực trạng và giải pháp thực hiện Chương trình Giáo dục Phổ thông cấp Tiểu học”*.
8. **Dương Thị Minh Hoàng**, Phan Đức Duy, Nguyễn Thị Diệu Phương. (2025, October 03). The socio-scientific issues (SSI) approach in developing STEM themes for elementary students. *Proceedings of the 5th Hanoi Forum on Pedagogical and Educational Sciences (HAFPEs 2025)*.

**HUE UNIVERSITY
UNIVERSITY OF EDUCATION**

DUONG THI MINH HOANG

**DEVELOPING
STEM TEACHING COMPETENCE
IN BIOLOGY TOPICS FOR PRE-SERVICE
PRIMARY SCHOOL TEACHERS**

SUMMARY OF DOCTORAL THESIS IN EDUCATIONAL SCIENCE

Hue, 2026

**This work was completed at
Hue University, University of Education**

Science instructors:

1. Assoc.Prof. Dr. Phan Duc Duy

2. Dr. Nguyen Thi Dieu Phuong

Reviewer 1:

Reviewer 2:

Reviewer 3:

The thesis will be defended in front of the Hue University Thesis Evaluation Council, meeting at the Hue University Office at ... hour ... minute, on ... day ... month ... year 2026

The thesis can be found at:

- National Library

- Hue University Learning Resource Center

- Library Information Center in the University of Education, Hue University.

PART I. INTRODUCTION

1. Reason for choosing the topic

(1). Based on the requirement to develop learners' qualities and competencies in the 2018 General Education Curriculum

In the context of fundamental and comprehensive educational reform, the 2018 General Education Curriculum identifies the development of learners' qualities and competencies as its core objective. Within this orientation, STEM education is regarded as a vital approach to engage learners in applying and integrating knowledge and skills from science, technology, engineering, and mathematics to address real-world problems. This process fosters scientific thinking, engineering design thinking, and problem-solving competence. Recent policy documents issued by the Ministry of Education and Training have emphasized the implementation of STEM education in general education schools, particularly at the primary level, placing new demands on teachers' STEM teaching competence (STEM-TC).

(2) Based on the role of biology topics in developing scientific competence among primary school students

Within the primary education curriculum, biology-related content strands are taught continuously from Grade 1 to Grade 5 through the subjects of Natural and Social Sciences and Science. This content area offers favorable opportunities for organizing observation, hands-on practice, experimentation, and experiential learning activities, which are core characteristics of STEM-oriented teaching. When appropriately designed, biology topics enable the natural integration of science, technology, engineering, and mathematics, thereby contributing to the development of scientific competence among primary school students. However, implementing STEM teaching for these topics requires teachers to be competent in analyzing curricular content, designing integrated learning activities, and organizing teaching processes in alignment with a competency-based approach.

(3) Based on the current status of pre-service primary teacher education

From a teacher training perspective, STEM education content in current programs for pre-service primary teachers is primarily integrated in a fragmented manner. It lacks a coherent structure and a systematic process for developing STEM-TC, particularly regarding biology-related topics. Moreover, existing literature offers limited in-depth investigation into how this

competence is developed from both theoretical and subject-specific pedagogical perspectives.

Based on these considerations, this study, entitled “Developing STEM-TC in biology topics for Pre-Service primary school teachers” is conducted to define the structure of STEM-TC and propose a development framework along with pedagogical measures. The study aims to support the requirements of general education reform and enhance teacher education in the current context.

2. Research Objectives

Developing a STEM-TC framework for pre-service primary education students, this study subsequently proposes a teaching process and instructional measures to foster STEM-TC through thematic units with biological content in the Natural and Social Sciences and Science subjects at the primary level.

3. Research Hypothesis

If a STEM-TC framework for pre-service primary education students is successfully developed, along with a teaching process and a set of instructional measures for fostering STEM-TC through biology-based thematic units at the primary level, and if these are appropriately applied in teaching courses within the group of Natural and Social Sciences Didactics and Methodology, they will contribute to the development of pre-service teachers’ STEM-TC.

4. Research Objects and Scope

Research Objects:

- The structural framework of STEM-TC.
- The instructional process designed to develop STEM-TC for pre-service primary teachers.
- Pedagogical measures for fostering STEM-TC through biology-related topics.

Research Context: The professional training and development process of pre-service primary teachers at teacher education institutions, specifically oriented toward STEM-TC.

5. Research Tasks

- To review the theoretical foundations of competencies, teaching competencies, and STEM-TC; STEM education in general education; and the characteristics of teaching biology-related content in primary education. On that basis, to establish the theoretical framework of STEM-TC for pre-service primary education students.

- To investigate and analyze the current situation of developing STEM-TC among pre-service primary education students during their training programs.

- To define the concept and develop a STEM-TC framework for pre-service primary education students in teaching biology-related thematic units at the primary level.

- To propose a teaching process and instructional measures for developing STEM-TC for pre-service primary education students in teaching selected courses within the Natural and Social Sciences Didactics and Methodology group.

- To design self-learning materials and instructional modules to support the development of STEM-TC for pre-service primary education students.

- To conduct a pedagogical experiment to test the research hypotheses and evaluate the feasibility and effectiveness of the proposed teaching process and instructional measures.

6. Research Methods

The dissertation employs 05 research methods, including: Theoretical research methods; Empirical research methods; Expert consultation methods; Pedagogical experimentation; Mathematical statistical methods.

7. Scope of the Study

Within the scope of this dissertation, the study focuses on developing STEM-TC for pre-service primary education students through biology-related thematic units at the primary level. These are implemented within courses in the Natural and Social Sciences Didactics and Methodology group, including: Teaching Methods for Natural and Social Sciences, and Organizing Learning Activities for Plant and Animal Topics in Primary Education.

The survey on the current situation was conducted at seven teacher education institutions, namely: Hanoi Pedagogical University 2, University of Education (Hue University), University of Education (The University of Da Nang), Ho Chi Minh City University of Education, Saigon University, Phu Yen University, and Can Tho University, as well as primary schools in 15 provinces in Central Vietnam (according to the former administrative classification).

The pedagogical experiment was implemented with third- and fourth-year pre-service primary education students at three teacher education institutions, including: University of Education – Hue University, Saigon University, and the School of Education – Can Tho University.

8. Novel contributions of the doctoral thesis

- Systematization: The study systematizes and clarifies the theoretical foundations of STEM education and teaching competence. It establishes a robust theoretical framework for the STEM-TC of pre-service primary teachers, specifically within the context of biology-related content.

- Empirical Insights: The dissertation provides a comprehensive analysis of the current status of STEM-TC development among pre-service teachers, identifying key challenges and opportunities in existing teacher education programs.

- Conceptual and Structural Innovation: The study proposes a novel concept and a detailed structural model of STEM-TC for biology-related topics. This model serves as a scientific basis for designing training curricula and developing assessment tools for pre-service primary teachers.

- Practical Framework and Measures: The study establishes a structured process and proposes three core pedagogical measures to enhance STEM-TC. These include: (1) situation-based instruction; (2) experiential learning integrated with hands-on practice; and (3) the integration of educational technology (EdTech).

- Instructional Resource Development: The doctoral thesis develops a comprehensive system of resources, including self-study materials and specialized learning tasks. Building on these resources, it provides designed teaching modules that facilitate the instructional organization aimed at fostering students' STEM-TC.

- Empirical Validation: The research validates the feasibility and effectiveness of the proposed process and measures through rigorous pedagogical experimentation, providing a reliable reference for teacher education institutions.

9. Structure of the Doctoral Thesis

In addition to the introduction, conclusions and recommendations, references, and appendices, the dissertation consists of three main chapters:

Chapter 1: Theoretical and practical foundations for developing STEM-TC in biology related topics for pre-service primary school teachers.

Chapter 2: Processes and measures for developing STEM-TC among pre-service primary school teachers through biology-related topics at the primary level.

Chapter 3: Pedagogical experimentation.

PART II. CONTENT
CHAPTER 1. THEORETICAL AND PRACTICAL FOUNDATIONS
FOR DEVELOPING STEM TEACHING COMPETENCE IN
BIOLOGY-RELATED TOPICS
FOR PRE-SERVICE PRIMARY SCHOOL TEACHERS

1.1. Overview of Related Studies

1.1.1. Historical Overview of STEM Education Research

Globally, STEM education emerged from the need to enhance learners' scientific and mathematical competence and subsequently evolved into an integrated, multidisciplinary educational model that plays a crucial role in fostering creative thinking and problem-solving competence. In Viet Nam, STEM education has progressed from initial pilot initiatives to a stage of official guidance and gradual institutionalization within the 2018 General Education Curriculum. Both international and domestic studies have consistently affirmed the significance of STEM education in educational reform oriented toward competence development; however, in-depth research on the organization of STEM teaching that is appropriate to the context of primary education and teacher education remains limited and requires further attention.

1.1.2. Historical Overview of Research on Teaching Competence

Both international and domestic studies on teaching competence consistently conceptualize teaching competence as a multi-component construct influenced by subject-matter knowledge, pedagogical content knowledge, professional attitudes, and the context of teaching practice. On this basis, numerous competence frameworks and models for the development of teaching competence have been developed and applied in teacher education and professional development programs. Notably, specialized approaches have emerged to meet the demands of educational reform, including teaching oriented toward STEM education. These research findings provide an important theoretical foundation for further investigation, construction, and development of STEM-TC frameworks in contemporary teacher education.

1.1.3. Historical Overview of Research on STEM Teaching Competence

International and domestic studies on STEM-TC indicate a shared understanding of teaching competence as an integrated construct encompassing teachers' subject-matter knowledge, pedagogical skills, and

professional attitudes. Based on this perspective, various frameworks and models for the development of STEM-TC have been proposed; however, most of them primarily focus on secondary school teachers or pre-service teachers in subject-specific teacher education programs and tend to emphasize descriptive analyses or address isolated aspects of STEM teaching. At present, a comprehensive STEM-TC framework that is aligned with the specific characteristics of pre-service primary teacher education remains limited. This gap highlights the need for further research to enrich and refine the theoretical foundations of STEM-TC within the context of primary teacher education.

1.2. Theoretical Foundations of the Research Problem

1.2.1. STEM Teaching Competence

1.2.1.1. Competence

To more accurately reflect the context of Vietnamese education, this study adopts the concept of competence as defined in the 2018 Overall General Education Curriculum. Accordingly, competence is understood as an individual attribute that is formed and developed through inherent dispositions as well as processes of learning and practice, enabling individuals to mobilize and integrate knowledge, skills, and other personal attributes such as interests, beliefs, and volition to successfully perform specific types of activities and achieve desired outcomes under given conditions.

1.2.1.2. Teaching Competence

Based on the professional standards for teachers and the specific characteristics of the primary education level, this dissertation conceptualizes teaching competence as the ability of pre-service primary school teachers to mobilize and integratively apply subject-matter knowledge, pedagogical knowledge, instructional organization skills, and professional attitudes to effectively design, organize, implement, and assess teaching and learning activities at the primary level, in accordance with the requirements of the current General Education Curriculum. This conceptualization provides the theoretical basis for identifying and developing STEM-TC for pre-service primary school teachers in the subsequent sections of the doctoral thesis.

1.2.1.3. STEM Teaching Competence and Requirements for Pre-service Primary School Teachers

Building on existing conceptions of STEM teaching, teaching competence, STEM-TC, and related studies, and employing expert consultation to solicit

evaluative and validating feedback on the conceptual scope of STEM-TC in pre-service primary teacher education, this study proposes the following definition: *STEM-TC of pre-service primary education students refers to the ability to mobilize and integrate disciplinary knowledge, pedagogical knowledge, and knowledge of STEM education in order to design lesson plans, organize teaching and learning activities, and conduct assessment during the implementation of STEM topics/lessons, in accordance with primary students' characteristics and the orientation of developing students' qualities and competencies as specified in the General Education Curriculum.*

From the concept of STEM-TC, this dissertation adopts the notion of developing STEM-TC as its analytical foundation. Accordingly, *the development of STEM-TC for pre-service primary education students is understood as a process of forming, refining, and enhancing their ability to design lesson plans, organize teaching and learning activities, and conduct assessment in the implementation of STEM topics/lessons at the primary level. This process is based on the integrated application of subject-matter knowledge, pedagogical knowledge, understanding of STEM education, and practical teaching experience.*

1.2.2. Selected Teaching Models for Developing STEM Teaching Competence

- Problem-based learning and case-based learning in the development of STEM-TC.

- Experiential learning-based teaching models

- Technology-enhanced teaching approaches

1.2.3. The relevance of biology-related thematic units in developing STEM teaching competencies among pre-service primary education students

Based on a review of teaching models for developing STEM-TC, it can be seen that the effectiveness of developing this competence in pre-service teachers depends not only on the teaching models and implementation procedures but also on the selected content context. In primary STEM education, biology-related topics have notable advantages as they are closely connected to the living world and everyday environments, aligning well with pupils' cognitive characteristics and the competency-oriented goals of the 2018 General Education Curriculum. Biology content strands account for a

substantial proportion of the subjects Natural and Social Sciences and Science, and they also offer strong interdisciplinary integration potential, creating favorable conditions for organizing experiential, hands-on, and problem-solving activities in line with the STEM approach. Therefore, selecting biology-related topics at the primary level as the context for developing STEM-TC for pre-service primary school teachers is supported by solid scientific, pedagogical, and teacher education foundations.

1.2.4. Legal Foundations for Developing STEM Teaching Competence for Pre-service Primary School Teachers

The system of guidelines, policies, and legal documents issued by the Party, the State, and the Ministry of Education and Training has established a solid legal foundation for the development of STEM-TC in primary teacher education. Resolutions and directives on educational reform and digital transformation emphasize teaching oriented toward the development of learners' qualities and competencies, interdisciplinary integration, and real-world relevance. Teacher professional standards and the 2018 General Education Curriculum operationalize these policy directions into specific professional benchmarks and objectives that primary school teachers are expected to achieve. Furthermore, official guidelines for the implementation of STEM education at the primary level translate policy orientations into practical requirements within schools. Therefore, developing STEM-TC for pre-service primary school teachers is an objective, urgent, and well-aligned requirement with current educational reform directions.

1.3. Practical Foundations of the Research Problem

Findings from the situational survey involving relevant stakeholders including teacher education curricula, primary school teachers, pre-service primary education students, and teacher educators—provide a comprehensive picture of the current state of STEM-TC development among pre-service teachers. The results indicate that, although certain conditions and prerequisites for the formation of STEM-TC in primary teacher education have been established, this process still lacks a unified framework and a coherent developmental pathway. As a result, considerable disparities exist in both the opportunities and levels of competence development experienced by pre-service teachers. This situation reveals a critical gap that needs to be systematically addressed in initial teacher education.

Based on the established theoretical and practical foundations, it can be affirmed that developing a STEM-TC framework for pre-service primary school teachers, grounded in biology-related topics at the primary level, together with proposing appropriate developmental procedures and pedagogical measures within teacher education curricula, is both necessary and scientifically justified. These issues constitute the core focus that the dissertation further elaborates and operationalizes in Chapters 2 and 3.

CHAPTER 2. TEACHING PROCESS AND MEASURES FOR DEVELOPING STEM TEACHING COMPETENCE AMONG PRE-SERVICE PRIMARY SCHOOL TEACHERS IN BIOLOGY TOPICS

2.1. Developing a framework for STEM teaching competence of pre-service primary school teachers

The development of the STEM-TC framework for pre-service primary school teachers was conducted based on the following 06 principles:

- Ensuring alignment with the training objectives and intended learning outcomes of the teacher education curriculum.
- Ensuring an integrated approach to the orientation of STEM-TC.
- Ensuring suitability for the characteristics of learners and the stages of competence development of pre-service primary school teachers.
- Ensuring the internal coherence, systematic structure, and logical consistency of the competence framework.
 - ensuring coherence between theoretical foundations and practical bases.
- Ensuring measurability and verifiability of the competence framework.

Based on the established principles, the development of the STEM-TC framework for pre-service primary school teachers was implemented through a systematic six-steps process, aimed at ensuring consistency among theoretical foundations, practical requirements, and applicability in teacher education and educational research. specifically, the process included: (1) Analyzing the requirements for STEM teaching competencies within the primary teacher education curriculum; (2) reviewing and analyzing STEM teaching competency frameworks in both national and international contexts; (3) developing a preliminary STEM teaching competency framework; (4) consulting experts and conducting empirical surveys to refine the competency framework; (5) standardizing competency indicators, descriptors, and

performance levels; and (6) piloting and finalizing the STEM teaching competency framework.

Based on research on STEM education, teaching competence, and existing STEM-TC frameworks, and grounded in the established legal and policy foundations, we propose a STEM-TC framework for pre-service primary school teachers comprising four component competences: (A) general awareness and understanding of STEM education; (B) competence in designing STEM topic/lesson plans; (C) competence in organizing and implementing STEM topic/lesson; and (D) competence in assessment within STEM topic/lesson at the primary school level.

The criteria for each component competence are described across 04 levels of performance. For the cognitive competence domain (A), the study draws on the hierarchical classification of cognitive levels in Bloom’s taxonomy. For the practice-oriented and professionally operational competence domains (B, C, and D), the study draws on the Dreyfus model of skill acquisition is applied.

Table 2.1. STEM teaching competence framework for pre-service primary school teachers

Competency components (4)	Criteria (16)
A. General awareness and understanding of STEM education	A1. Understanding of the theoretical foundations and orientations of STEM education in the primary school general education curriculum
	A2. Understanding of active teaching methods and active instructional techniques in teaching STEM topic/lesson at the primary school level
	A3. Understanding of assessment in teaching STEM topic/lesson at the primary school level
	A4. Understanding of principles and procedures for developing and designing lesson plans for STEM topic/lesson within the primary school general education curriculum
B. Competence in designing STEM topic/lesson plans	B1. Identifying authentic real-world problems and learning contexts with potential for STEM integration
	B2. Defining the objectives of STEM topics/lessons in accordance with the development of pupils’ qualities and competences, aligned with the S, T, E, M components
	B3. Determining the content and sequence of teaching and learning activities for STEM topic/lesson in accordance with the pedagogical progression
	B4. Developing the lesson plan framework for STEM topic/lesson

	B5. Designing specific learning activity sequences and anticipated learning products
C. Competence in organizing and implementing STEM topic/lesson	C1. Establishing and managing STEM learning environments
	C2. Facilitating and orchestrating the learning process of exploration, design, and construction
	C3. Organizing collaborative activities, communication, and scientific argumentation
	C4. Supporting pupils in creative thinking and decision making
D. Competence in assessment within STEM topic/lesson at the primary school level.	D1. Designing assessment tools for pupils in teaching STEM topics/lessons planning at the primary school level
	D2. Employing assessment tools to assess pupils' learning in STEM topic/lesson at the primary school level, processing the collected data, and providing feedback
	D3. Conducting self-assessment and revising lesson plans and the implementation of STEM topic/lesson at the primary school level

2.2. Building the teaching process for developing students' STEM teaching competence in biological topics at the primary school level

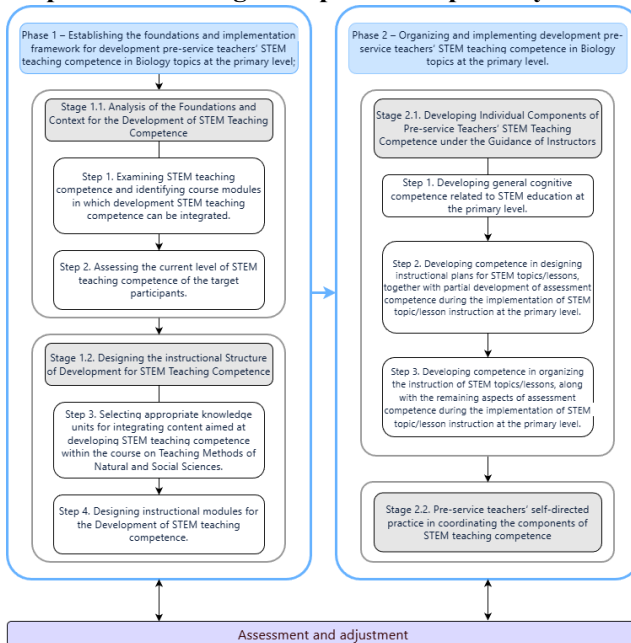


Figure 2.1. Process for developing students' STEM-TC in biological topics at the primary school level

The development of a teaching process aimed at fostering STEM-TC among students in the Primary Education program, within the context of biological topics at the primary school level, is guided by the following 05 principles:

(1) Ensuring alignment with the training curriculum and the STEM-TC framework for students majoring in Primary Education; (2) Ensuring suitability to the characteristics and developmental levels of STEM-TC among Primary Education students; (3) Promoting students' activeness and capacity for self-regulation in the learning process; (4) Ensuring continuous monitoring and assessment of students' STEM-TC development; (5) Ensuring rationality and flexibility in organizing teaching activities for the development of STEM-TC.

Based on these principles, a teaching process for developing STEM-TC among students in biological topics at the primary school level is proposed, consisting of 02 phases:

- Phase 1 – Establishing the foundations and implementation framework for development pre-service teachers' STEM-TC in Biology topics at the primary level;

- Phase 2 – Organizing and implementing development pre-service teachers' STEM-TC in Biology topics at the primary level.

2.3. Measures for Developing Pre-service Teachers' STEM Teaching Competence in Biology Topics at the Primary Level

2.3.1. Measure 1 – Applying Case-based Instruction

This measure is implemented in a streamlined manner, with a focus on engaging pre-service teachers in analyzing, making judgments about, and evaluating typical pedagogical situations in primary-level STEM education. Through this process, pre-service teachers gradually develop and consolidate general cognitive competence in STEM education (A1–A4), which serves as a foundation for the subsequent development of STEM-TC at the levels of instructional design, instructional organization, and assessment in the following stages.

The implementation of this measure is supported by a system of case-based tasks, instructional modules, and corresponding self-study materials, which are presented in Section 2.4 of the doctoral thesis.

2.3.2. Measure 2 – Applying the Experiential Learning Model

The experiential learning model emphasizes that pre-service students learn through action and practical experience in order to construct knowledge and develop teaching competencies. However, within the context of teacher education associated with digital learning environments and high demands for technological competence, the integration of this model with technology-enhanced instructional approaches is considered necessary. This combination aims to expand both the scope and depth of experiential learning without altering the core nature of the experiential learning model, while simultaneously supporting students' cognitive development and creativity.

2.3.3. Measure 3 – Applying Technology-Enhanced Instruction

This measure is implemented to support and enhance the effectiveness of learning activities, thereby fostering the development of STEM-TC among pre-service teachers in primary teacher education programs. The use of technology, including artificial intelligence (AI), is deliberately aligned with instructional objectives, pedagogical requirements, and authentic teaching contexts, thereby establishing a foundation for pre-service teachers to employ technology in an appropriate and responsible manner in the design, organization, and assessment of STEM instruction.

2.4. Procedure and Instruments for Assessing STEM Teaching Competency in Biology Topics of Pre-service Primary Education Teachers

The procedure for assessing STEM teaching competency of pre-service primary education teachers consists of 06 steps: (1) determining the purpose of assessment; (2) identifying assessment criteria; (3) developing the assessment instrument system; (4) employing the assessment instruments to measure and collect information and data for the assessment process; (5) processing and analyzing the collected information and data; and (6) drawing conclusions.

In this study, the STEM teaching competency of pre-service primary education teachers is assessed using a process-oriented approach, based on a multi-component structure comprising 04 competency domains and 16 criteria. The assessment is conducted through a system of multi-source and multi-method instruments in order to comprehensively reflect the level of formation and development of students' competencies. The following are the 03 assessment instruments developed and employed in this dissertation:

- 03 assessment rubrics, including: (i) a lecturer assessment rubric for STEM topic/lesson planning; (ii) a lecturer assessment rubric for the implementation of STEM topic/lesson teaching activities; and (iii) a student self-assessment rubric of STEM teaching competency.

- 02 checklists: a student checklist for evaluating STEM topic/lesson planning; and a student checklist for evaluating the implementation of STEM topic/lesson teaching activities.

- 03 tests: a STEM teaching competency test (pre-test and post-test); and a test of general awareness of STEM education.

The designed assessment toolkit was implemented at specific stages of the teaching–learning process aimed at developing STEM teaching competency for students in Biology-related topics, in accordance with different assessment purposes.

2.5. Instructional Support Resources for the Teaching–Learning Process Aimed at Developing STEM Teaching Competency for Students in Biology-related Topics at the Primary Level

2.5.1. Self-study Materials

The materials are structured into three learning modules: (1) key overview issues of STEM education; (2) designing teaching plans for STEM topics/lessons at the primary level; and (3) exercises for developing STEM teaching competency. These modules integrate core theoretical content on STEM education with practical guidance and a system of learning tasks linked to specific teaching–learning situations. The learning tasks are designed with increasing levels of complexity, thereby enabling students to concurrently develop the four competency components within STEM teaching competency.

2.5.2. Teaching Modules

Based on the orientation toward developing STEM teaching competency for students majoring in Primary Education through a progression from awareness and design to implementation and assessment, the instructional content is structured into two teaching modules that are sequentially connected and mutually complementary.

- Teaching Module 1: Developing students' general cognitive competency in STEM education, competency in designing lesson plans, and competency in designing assessment tools for STEM topic/lesson.

- Teaching Module 2: Developing students' competency in organizing teaching-learning activities and competency in assessment during the implementation of STEM topic/lesson at the primary level.

2.5.3. The system of exercises

Table 2.2. Introduction to the system of exercises for developing STEM teaching competency for students in Biology-related topics at the primary level

No.	Exercise classification	Group
1	Exercise 1 – Development of Competency A1	Group A Exercises – Developing general cognitive competency in STEM education at the primary level
2	Exercise 2 – Development of Competency A2	
3	Exercise 3 – Development of Competency A3	
4	Exercise 4 – Development of Competency A4	
5	Exercise 5 – Integrated Development of Competency A	
6	Exercise 6 – Development of Competency B1: Identifying real-world problems and learning contexts with potential for STEM education integration	Group B Exercises – Developing competency in designing teaching plans for STEM topics/lessons
7	Exercise 7 – Development of Competency B2: Defining the objectives of STEM topics/lessons in alignment with the development of learners' qualities and competencies, and associated with the S, T, E, and M components	
8	Exercise 8 – Development of Competency B3: Identifying content and sequencing teaching-learning activities for STEM topics/lessons in accordance with the pedagogical process	
9	Exercise 9 – Development of Competency B4: Developing the framework of teaching plans for STEM topics/lessons	
10	Exercise 10 – Development of Competency B5: Designing specific learning activity sequences and anticipated learning products	
11	Exercise 11 – Experiential and practical activities	Group C Exercises – Developing competency in organizing the teaching-learning process for STEM topics/lessons
12	Exercise 12 – Designing criteria-based rubrics for product assessment	Group D Exercises – Developing competency in assessment during the implementation of teaching-learning activities for STEM topics/lessons
13	Exercise 13 – Designing checklists for process assessment	

CHAPTER 3. PEDAGOGICAL EXPERIMENT

3.1. Objectives and Tasks of the Pedagogical Experiment

Objective of the pedagogical experiment: The pedagogical experiment was conducted to determine the level of development of STEM teaching competency in Biology-related topics among students majoring in Primary Education when applying the proposed teaching process and instructional measures. Through this experiment, the effectiveness and feasibility of the scientific hypothesis proposed in the dissertation were evaluated.

Tasks of the pedagogical experiment: To achieve the objectives of the pedagogical experiment, the study focused on the following tasks: (1) identifying the content and methods of the pedagogical experiment in alignment with the objective of developing STEM teaching competency for students majoring in Primary Education; (2) selecting participants, time frame, and experimental context to ensure representativeness and feasibility; (3) developing and preparing the experimental conditions, including teaching modules, a system of instructional resources, an online learning environment, and an assessment toolkit for STEM teaching competency; (4) discussing and reaching agreement with lecturers regarding the objectives, content of the teaching modules, the teaching process, and assessment methods; (5) conducting the pedagogical experiment in two phases—pilot and formal—in order to refine the process and collect data to verify the research hypothesis; and (6) analyzing and processing the experimental results to evaluate the feasibility and effectiveness of the proposed measures and teaching process.

3.2. Content of the Pedagogical Experiment

The pedagogical experiment was conducted following a sequence that included pre-intervention measurement, three intervention phases, and post-intervention measurement in order to assess the development of STEM teaching competency among students majoring in Primary Education. Instructional Measure 1 (situation-based teaching), in combination with Instructional Measure 3 (technology-enhanced teaching), was applied in the initial phase to develop students' general cognitive competency in STEM education. Instructional Measure 2 (experiential learning combined with practice), together with Instructional Measure 3, was implemented in subsequent phases to foster competency in designing and organizing teaching–learning activities, as well as competency in assessment within STEM

topics/lessons. Assessment activities were carried out continuously during and after the intervention through a diverse set of instruments, including tests, lecturers' assessment forms, checklists, and student self-assessment forms. The experimental results were compared between the pre- and post-intervention stages to clarify the effectiveness and feasibility of the proposed measures.

3.3. Methods and procedures for implementing the pedagogical experiment

Methods of the pedagogical experiment: The pedagogical experiment was implemented using a pre-, during-, and post-intervention assessment approach to examine the development of STEM teaching competency among students majoring in Primary Education and to evaluate the effectiveness and feasibility of the proposed measures. Students' STEM teaching competency was assessed at multiple time points using an appropriate system of criteria and instruments, combining lecturers' assessments with students' self-assessments to ensure objectivity. The assessment results were compared and analyzed using statistical methods to determine the extent of the impact of the proposed measures. In addition, feedback from lecturers and students collected after the pedagogical experiment was used to provide empirical evidence for refining the process of developing STEM teaching competency.

Research sites, participants, and timeline of the pedagogical experiment: The pedagogical experiment was conducted at 03 Faculties of Primary Education at University of Education - Hue University, Saigon University and Can Tho University with participants consisting of full-time third- and fourth-year undergraduate students. The pilot experiment was carried out in November 2023, while the formal experimental assessment was implemented across multiple phases from October 2024 to August 2025.

Procedure for Implementing the Pedagogical Experiment: The pedagogical experiment was conducted in two closely interrelated phases: a pilot experiment and an evaluative experiment. The pilot phase aimed to examine the appropriateness and feasibility of the content, organizational formats, instructional materials, and assessment instruments employed in the implementation of the three measures for developing STEM teaching competency. Based on the pilot results, adjustments were made to refine the

procedure, measures, learning materials, learning environment, and assessment instruments.

On this basis, the evaluative experiment was implemented at three teacher-training institutions for primary education in order to determine the extent to which the proposed measures influenced the development of STEM teaching competency among students. Assessment activities were carried out following a pre-, during-, and post-intervention sequence, combining lecturers' assessments, students' self-assessments, and the collection of qualitative data. These data served as the basis for drawing scientific conclusions regarding the effectiveness and feasibility of the proposed procedure and measures.

Data Collection and Analysis in the Pedagogical Experiment: The study employed a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative data, to evaluate the impact of the proposed procedure and measures for developing STEM teaching competency among students majoring in Primary Education. Quantitative data were collected following a pre-, during-, and post-intervention assessment design and were analyzed using descriptive and inferential statistical methods to determine the level of competency development and the effects of the proposed measures. Qualitative data were gathered through interviews with lecturers and students and were analyzed using content analysis to complement, triangulate, and clarify the quantitative findings. This integrated approach enabled a comprehensive evaluation of the effectiveness and feasibility of the proposed measures.

3.4. Results of the Pedagogical Experiment

The results of the pedagogical experiment were analyzed according to the groups of competency components within the structure of STEM teaching competency and across different measurement points (pre-intervention, mid-intervention, and post-intervention). As the intervention measures were implemented as an integrated system within a unified teaching-learning process, the results were not examined in relation to each individual measure in isolation, but rather through changes in the competency groups and in overall STEM teaching competency across the developmental progression.

Table 3.1. Paired-samples t-test results of STEM teaching competency components across intervention time points

Competency Component	Pre-test - Mid-test			Mid-test - Post-test			Pre-test - post-test		
	Score Difference	SD	p (T-test)	Score Difference	SD	p (T-test)	Score Difference	SD	p (T-test)
A	-1.267	0.359	.000	-0.365	0.235	.000	-1.632	0.407	.000
B	-1.048	0.321	.000	-0.446	0.217	.000	-1.494	0.367	.000
C	-0.805	0.280	.000	-0.568	0.281	.000	-1.373	0.368	.000
D	-0.621	0.344	.000	-0.687	0.380	.000	-1.308	0.448	.000

3.4.1. Results regarding general awareness of STEM education competence (Group A)

The general awareness of STEM education competence among preservice teachers showed a marked increase across the intervention phases, with the most substantial improvement observed during the transition from the pre-intervention to the mid-intervention stage, and a continued upward trend in the subsequent phase. The improvement was primarily concentrated in criteria related to awareness of teaching methods, active instructional strategies, and understanding of the nature of STEM education, whereas awareness related to assessment in STEM teaching developed more slowly. Qualitative evidence indicates that preservice teachers shifted from a general and abstract understanding toward a more practice-oriented conception of teaching; however, aspects related to assessment remained limited in depth.

3.4.2. Results regarding STEM topics/lessons planning competence (Group B)

Preservice teachers' competence in STEM topic/lesson planning showed a consistent and statistically significant increase across the experimental phases. The development was most evident in criteria related to overall orientation and structural components, such as identifying authentic real-world problems and constructing the general framework of the topics/lessons plan. In contrast, criteria requiring higher levels of professional expertise and teaching experience, such as competency-based objective formulation and detailed activity design developed more slowly. The findings indicate that planning competence was formed through a progression from general structure to detailed instructional design.

3.4.3. Results regarding competence in organizing STEM topic/lesson instruction (Group C)

Competence in organizing STEM topic/ lesson instruction demonstrated a clear improvement after the pedagogical experiment, particularly in criteria related to managing the instructional process and organizing collaborative learning activities. Although the initial increase was not as pronounced as that observed in other competency groups, this competence was more substantially consolidated in the later phase when preservice teachers were provided with increased opportunities for hands-on teaching practice. Qualitative data indicate that competence in organizing instruction requires time and repeated experiential engagement within authentic teaching contexts to develop effectively.

3.4.4. Results regarding assessment competence in STEM topic/lesson instruction (Group D)

Preservice teachers' assessment competence in STEM instruction exhibited an upward trend across the intervention phases; however, it was the slowest-developing competency group. More noticeable improvement was observed in the post-intervention phase, although criteria related to the use of assessment results to adjust topic/lesson plans and to conduct self-assessment remained limited. Qualitative findings indicate that preservice teachers began to develop the ability to design assessment tools but continued to experience difficulties in applying assessment results to improve instructional activities, reflecting the complex nature of this competence.

3.4.5. Results of the overall development of preservice teachers' STEM teaching competence

Assessment results indicate that preservice teachers' overall STEM-TC increased markedly across the phases of the pedagogical experiment. The development followed a relatively stable progression, moving from awareness-related competence to planning, instructional organization, and finally assessment. Preservice teachers' self-assessment data exhibited a trend consistent with instructor evaluations, thereby providing additional evidence of professional self-awareness and reinforcing the reliability of the experimental findings.

3.4.6. Results of the evaluation of preservice teachers' self-study materials

Preservice teachers rated the self-study materials highly in terms of their effectiveness and appropriateness in supporting self-directed learning,

consolidating knowledge, and developing the component competencies of STEM-TC. Both quantitative results and qualitative feedback indicate that the materials contributed positively to preservice teachers' self-learning and teaching practice, while also providing a basis for further refinement and improvement of the instructional materials.

3.5. Discussion of the pedagogical experiment results

The results of the pedagogical experiment indicate the effectiveness of the system of measures for developing STEM-TC among pre-service primary education students. Scenario-based instruction was found to effectively enhance general STEM education awareness competencies, while experiential learning played a crucial role in developing design, organization, and assessment competencies. Technology-enhanced instructional measures supported the development of cognitive and design competencies; however, they showed limitations in fostering complex practical competencies. Effect size analysis using Cohen's d (> 0.8) revealed large to very large effects, thereby confirming the practical effectiveness of the proposed measures.

PART III. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1. Conclusions

By comparing the research outcomes with the objectives and tasks of the study, the following conclusions can be drawn:

1.1. Theoretical and practical foundations for STEM-TC: The study affirms the necessity of developing STEM-TC for students majoring in Primary Education, based on a review of STEM education at both international and national levels, as well as an examination of practical demands in teacher education. The integrated development of the four components of STEM-TC is essential to prepare students to fulfill the role of primary school teachers in the context of educational reform and digital transformation.

1.2. Based on six principles—ensuring alignment with training objectives and program learning outcomes, maintaining a competency-oriented approach to STEM teaching integrated across disciplines, ensuring suitability to learners and the developmental stages of primary education students, preserving the internal coherence and systematic structure of the competency framework, establishing a strong connection between theoretical foundations and practical contexts, and ensuring measurability and verifiability, the thesis has developed a framework for STEM-TC comprising 04 groups of competency components: (A) general cognitive competency in STEM education at the primary level; (B) competency in designing teaching plans for STEM topics/lessons at the primary level; (C) competency in organizing the teaching–learning process for STEM topics/lessons at the primary level; and (D) competency in assessment during the implementation of teaching–learning activities for STEM topics/lessons at the primary level.

1.3. Based on the structure of STEM-TC, the study proposed a teaching–learning process and three pedagogical measures, including: (1) situation-based teaching, (2) experiential learning, and (3) technology-enhanced teaching, aimed at the integrated development of all four groups of competency components within STEM-TC.

1.4. Developing an assessment toolkit for evaluating STEM-TC of students majoring in Primary Education.

1.5. Developing a system of instructional resources to support the organization of teaching–learning activities aimed at developing STEM-TC for students in Biology-related topics at the primary level, thereby ensuring

the feasibility and effectiveness of the proposed measures. The system of instructional resources includes: (1) self-study materials, (2) a system of exercises, and (3) teaching modules.

1.6. Conducting the pedagogical experiment: The pedagogical experiment was conducted at 03 primary teacher-training institutions: University of Education – Hue University, Saigon University, and Can Tho University with a total of 359 students across six classes. The results indicate that students demonstrated positive development in the group of general cognitive competency in STEM education and in the group of competency in designing teaching plans for STEM topics/lessons. Competency in organizing teaching–learning activities and in assessment during the implementation of STEM topics/lessons also showed improvement; however, further guidance and practice are still required. Both quantitative and qualitative findings highlight the supportive role of technology in providing feedback, generating ideas, and enhancing students’ self-directed learning capacity. At the same time, the role of lecturers remains a critical factor in guiding, validating, and contextualizing these technological supports within specific classroom settings.

1.7. Applicability and practical value: The dissertation provides a comprehensive model that can be directly applied in the training of students majoring in Primary Education, thereby contributing to the development of professional competencies required for the implementation of STEM teaching tasks. The integration of pedagogical measures, instructional support materials, and direct guidance from lecturers ensures feasibility, effectiveness, and alignment with contemporary trends in teacher education.

In summary, the thesis has successfully accomplished its research objectives by developing a framework for STEM-TC, proposing measures for its development, and empirically validating their effectiveness through pedagogical experimentation. Furthermore, it identifies essential principles, conditions, and pedagogical strategies necessary for fostering this competency among students majoring in Primary Education.

2. Recommendations

Based on the research findings, the following recommendations are proposed to enhance the effectiveness of developing STEM-TC and to orient future research directions:

2.1. Further experimental implementation of measures for developing STEM-TC for preservice primary education teachers should be conducted on a broader scope and at a larger scale across various teacher education institutions. This would allow for a more rigorous verification of effectiveness, result stability, and the reliability of the research conclusions.

2.2. Conditions should be created to enable preservice teachers to participate more extensively in teaching practicum activities and to directly implement STEM topics/lessons with primary school pupils, thereby strengthening authentic practical experience rather than limiting practice to simulated instructional situations.

2.3. Longitudinal studies should be encouraged to examine the sustainable development of STEM-TC and its applicability after preservice teachers enter the teaching profession. Such studies would contribute to the further refinement of the STEM-TC framework and to the improvement of the quality of primary teacher education.

2.4. Further research should be conducted to develop in-depth instructional guidelines on the use of artificial intelligence in STEM teaching practice at the primary school level.

LIST OF PUBLISHED SCIENTIFIC WORKS RELATED TO THE THESIS

1. **Duong Thi Minh Hoang**, Phan Duc Duy, Nguyen Thi Dieu Phuong. (2023). Training experiment designing skills to develop STEM teaching competence for primary education students. *Journal of Education*. Vol. 23, No. 21.
2. **Duong Thi Minh Hoang**, Phan Duc Duy, Nguyen Thi Dieu Phuong. (2023). Factors affecting the readiness of primary school teachers in implementing STEM education in some Vietnam central provinces. *Proceedings of the International Conference on ILITE 3: Digital transformation in education: Perception, action and prospect* (Hanoi, Vietnam).
3. **Duong Thi Minh Hoang**, Phan Duc Duy, Nguyen Thi Dieu Phuong. (2024). An overview of STEM education and the urgency of building a competency framework for STEM teaching for primary education students. *Proceedings of the National Scientific Conference on Educational Sciences*.
4. **Duong Thi Minh Hoang**, Phan Duc Duy, Nguyen Thi Dieu Phuong. (2024). Designing a STEM Topic: Creating an Animated Film “The Life of Insects” in Grade 5 Science Teaching with the Support of Stop Motion Studio Software. *Journal of Education*, Special Issue No. 10.
5. **Duong Thi Minh Hoang**, Phan Duc Duy, Nguyen Thi Dieu Phuong. (2024). A culturo-technocontextual approach in STEAM topic design for primary students. *Proceedings of the 5th ICCE 2024: Intercultural education in the international integration context*.
6. **Duong Thi Minh Hoang**, Phan Duc Duy, Nguyen Thi Dieu Phuong. (2025). Developing a STEM teaching competency framework for primary education students. *Hue University Journal of Science: Hue University Journal of Science: Social Sciences and Humanities*. Vol. 135 No. 6D (2025).
7. **Duong Thi Minh Hoang**, Dinh Thi Thu Hien. (2025). STEM Teaching through a Project-Based Learning Approach: The Topic “Fungi” in Grade 4 Science. *Proceedings of the National Scientific Conference “Current Situation and Solutions for the Implementation of the General Education Curriculum at the Primary Education Level”*.
8. **Duong Thi Minh Hoang**, Phan Duc Duy, Nguyen Thi Dieu Phuong. (2025). The socio-scientific issues (SSI) approach in developing STEM themes for elementary students. *Proceedings of the 5th Hanoi Forum on Pedagogical and Educational Sciences (HAFPEs 2025)*.